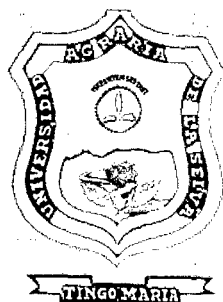


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES**



**CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE TRES  
DIFERENTES USOS DE LA TIERRA EN LA CUENCA DE AGUAYTÍA  
SECTORES: IRAZOLA, CURIMANÁ Y CAMPO VERDE - REGIÓN UCAYALI**

**Tesis**

**Para optar al título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

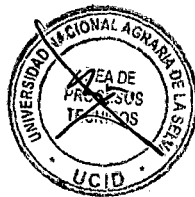
**MENCIÓN FORESTALES**

**EVELIN JUDITH SALAZAR HINOSTROZA**

**PROMOCIÓN 2008 - II**

**Tingo María – Perú**

**2012**



**P01**

**S18**

**Salazar Hinostroza, Evelin Judith**

Cuantificación del carbono en la biomasa aérea de tres diferentes usos de la tierra en la cuenca de Aguaytía sectores: Irazola, Curimaná y Campo Verde – Región Ucayali - Tingo María 2012

114 páginas; 27 cuadros; 12 fig.; 89 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables

- |                   |                   |                    |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| <b>1. BIOMASA</b> | <b>2. CARBONO</b> | <b>3. BOSQUE</b>   |
| <b>4. STOCK</b>   | <b>5. PALMA</b>   | <b>6. PASTIZAL</b> |



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Tingo María – Perú



**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 25 de julio del 2012, a horas 7:00 p.m. en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

### **“CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE TRES DIFERENTES USOS DE LA TIERRA EN LA CUENCA DE AGUAYTÍA SECTORES: IRAZOLA, CURIMANÁ Y CAMPO VERDE – REGIÓN UCAYALI”**

Presentado por la Bachiller: **SALAZAR HINOSTROZA, EVELIN JUDITH**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 28 de noviembre del 2012.

  
Ing. M.Sc. **YTA VCLERH VARGAS CLEMENTE**  
**PRÉSIDENTE**

  
Ing. M.Sc. **JOSÉ LEVANO CRISÓSTOMO**  
**VOCAL**

  
Ing. M.Sc. **TANIA GUERRERO VEJARANO**  
**VOCAL**

  
Ing. M.Sc. **VICENTE POCOMUCHA POMA**  
**ASESOR**



## **DEDICATORIA**

A mi padre Manuel Salazar Venegas,  
por su fuerza y perseverancia para  
forjar mi espíritu de investigadora y no  
rendirme jamás en esta vida, aún así  
los obstáculos sean enormes.

También a mis hermanos Ángela,  
Adriana, Jesús y Álvaro por ser un  
equipo de trabajo en las buenas y las  
malas.

A mi abuelito Jesús Salazar Alarcón  
por su apoyo y a Onelia Villayzán  
Casimiro por sus sabios consejos para  
lograr esta meta.

Finalmente, ofrecer este trabajo de  
investigación a la memoria de mi madre  
Norma Hinostroza Porras y mi abuelita  
Exaldina Venegas Peceros, siempre  
creyeron en mí, y me dieron las armas  
oportunas para enfrentarme a la vida  
de la manera más sutil e inteligente.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia por el apoyo incondicional en esta etapa de mi vida y mis estudios de pregrado.

Agradezco al Instituto de Innovación Agraria - INIA con el proyecto REDD ALERT como institución, por su apoyo en la parte económica y logística de este trabajo de investigación.

Agradezco a mi Patrocinador Ing. MSc. Vicente Pocomucha Poma por su valioso aporte intelectual en esta investigación.

Agradezco a mis Co patrocinadores Ing. MSc. José Eloy Cuellar Bautista y el Dr. Johannes Dietz, por su colaboración incondicionalmente en la investigación y por la orientación en toda la elaboración del documento.

Agradezco a Jenny Sánchez y Mariela Reymundo por su apoyo en la fase de laboratorio, por su confianza y lealtad.

Finalmente, agradezco a Dios por haberme ayudado a construir esta vida y poner en mi camino a personas que se han involucrado directa e indirectamente en el logro de este trabajo.

También a:

- Ing. José Cuellar, Ing. Auberto Ricse, Ing. Walter Angulo, Ing. Himber Flores, Tec. Ramón Pacaya, Ing. Miriam Ramos y Tec. Hilter Fasabi del INIA:

- A los dueños de las fincas evaluadas por permitirme ingresar a sus parcelas en el proceso de medición de carbono y estar acorde en el apoyo a la investigación actual.
- A mis amigos incondicionales que siempre han estado conmigo, apoyándome en toda esta etapa universitaria.

## ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general .....	3
1.2. Objetivos específicos .....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Efecto invernadero y cambio climático .....	4
2.2. La convención sobre el clima y el protocolo de Kyoto (PK).....	5
2.3. Reducción de emisores de deforestación y degradación - REDD .....	6
2.4. Procesos de fijación y almacenamiento de carbono .....	7
2.5. Carbono almacenado en bosques mundiales .....	9
2.6. Bosques de la región Ucayali .....	11
2.7. Secuestro de carbono en diferentes escenarios de la amazonia peruana.....	13
2.8. Secuestro de carbono en la cuenca de Aguaytía .....	18
2.9. Metodologías para la evaluación de la biomasa aérea .....	22

2.9.1. Ecuaciones alométricas.....	23
2.10. Parcelas de muestreo tipo Clúster .....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
3.1. Caracterización del área de estudio .....	26
3.1.1. Ubicación política y geográfica .....	26
3.1.2. Clima y ecología .....	29
3.1.3. Fisiografía y vegetación.....	31
3.1.4. Suelos y capacidad de uso mayor.....	31
3.2. Materiales y equipos .....	32
3.2.1. Fase preparatoria .....	32
3.2.2. Fase campo.....	32
3.2.3. Fase laboratorio.....	33
3.2.4. Fase gabinete.....	34
3.3. Antecedentes de la zona de estudio .....	34
3.4. Descripción de los Sistemas del Uso de la Tierra (SUT).....	35
3.4.1. Bosque primario remanente .....	35
3.4.2. Pastizal.....	35



3.4.3. Palma aceitera.....	35
3.5. Metodología .....	36
3.5.1. Fase preparatoria .....	37
3.5.2. Fase campo.....	42
3.5.3. Fase laboratorio.....	51
3.5.4. Fase de gabinete.....	52
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	64
4.1. Cuantificación de la biomasa aérea total por cada sistema del uso de la tierra (SUT).....	64
4.1.1. Bosque primario remanente .....	64
4.1.2. Palma aceitera.....	65
4.1.3. Pastizal.....	67
4.2. Determinación de la cantidad de carbono aéreo en los sistemas del uso de la tierra evaluados .....	68
4.2.1. Carbono en el bosque primario remanente .....	68
4.2.2. Carbono en palma aceitera .....	72
4.2.3. Carbono en pastizales.....	76

4.3. Comparación de cambios en el stock de carbono de los Sistemas del uso de la tierra .....	81
V. CONCLUSIONES .....	84
VI. RECOMENDACIONES.....	85
VII. ABSTRACT.....	87
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	88
IX. ANEXO .....	102

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Densidad de carbono estimado para bosques mundiales.....	10
2. Superficie de los tipos de bosques en la región Ucayali. ....	13
3. Carbono almacenado en diferentes SUT de la región San Martín.....	15
4. Carbono almacenado en dos SUT de la Provincia Leoncio Prado.....	18
5. Carbono almacenado y tasa de secuestro de carbono en diferentes SUT en Sarita Colonia, Pucallpa. ....	19
6. Cantidad de biomasa y carbono en diferentes SUT en Pucallpa.....	20
7. Cantidad de biomasa y carbono aéreo en bosques secundarios de diferentes edades del sector Neshuya - Curimaná.....	21
8. Reservas de carbono de diferentes SUT en Pucallpa.....	22
9. Ecuaciones alométricas según tipo de bosques tropicales. ....	24
10. Ecuaciones alométricas para zonas tropicales.....	25
11. Ubicación política de los SUT evaluados. ....	26

12.	Ubicación geográfica de los Sistemas de Uso de Tierra evaluados.....	27
13.	Resumen de datos climáticos de la Estación de San Jorge.....	29
14.	Distancias mínimas y máximas entre SUT.....	43
15.	Área de los sistemas de uso de la tierra dentro de los clúster. ....	45
16.	Ecuaciones alométricas designadas para masas boscosas. ....	53
17.	Ecuaciones alométricas analizadas para estimar la biomasa aérea de palma aceitera.....	56
18.	Biomasa aérea total del bosque primario remanente. ....	65
19.	Biomasa aérea total en palma aceitera. ....	66
20.	Biomasa aérea total de los pastizales. ....	67
21.	Carbono aéreo total del bosque primario remanente. ....	69
22.	Carbono aéreo total en palma aceitera. ....	73
23.	Carbono aéreo total de los pastizales. ....	77
24.	Contenido de carbono en los depósitos y total de acuerdo al sistema del uso de la tierra (Promedio $\pm$ desviación estándar). ....	79
25.	Medianas y rango promedio del contenido de carbono (t/ha) en los depósitos y total de acuerdo al sistema del uso de la tierra. ....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. El ciclo del carbono (SOMARRABA <i>et al.</i> , 2006). ....	8
2. Mapa de ubicación política de los sectores evaluados.....	28
3. Diagrama bioclimático de la Estación Climatológica de San Jorge, Pucallpa.....	30
4. Flujograma sobre el proceso metodológico de medición de carbono. ....	36
5. Ubicación del área de evaluación dentro de la cuenca del Aguaytía. ....	38
6. Nivel de precisión para la determinación de parcelas. ....	39
7. Ubicación de los cluster dentro del área de evaluación. ....	44
8. Ubicación y área de los SUT dentro del área de evaluación.....	46
9. Diagrama de la parcela de muestreo que se utilizó para el estudio.....	47
10. Carbono aéreo total almacenado en los sistemas del uso de la tierra evaluados.....	80
11. Contenido de carbono aéreo (rango promedio) de acuerdo al sistema del uso de la tierra evaluado. ....	81

## RESUMEN

Se desarrollaron estudios para la cuantificación del carbono en la biomasa aérea en tres diferentes sistemas del uso de la tierra, ubicados en seis sectores de los distritos Curimaná, Irazola y Campo Verde, región Ucayali; los sistemas estudiados fueron bosque primario remanente, pastizales y palma aceitera con mas de 10 años de edad. Para ello se estratificó en 18 parcelas de 40 m x 50 m dentro de los seis sectores ó cluster; donde en cada uno se incluye el bosque, palma aceitera y pasto. Para determinar la biomasa arbórea se utilizó la ecuación alométrica generada por CHAVE *et al.*, 2005, para la vegetación no arbórea menor de 5 cm de diámetro se utilizó la ecuación alométrica generada por NASCIMENTO y LAURANCE (2002), para la vegetación arbustiva y herbácea se utilizó el método directo, realizando muestras destructivas y para determinar la biomasa de la madera muerta se utilizó la ecuación alométrica generada por CHAO *et al.*, 2008. El carbono en la biomasa aérea total determinada es: en el caso de bosque primario remanente presentaron 135.5 t/ha, seguido por los pastizales 21.4 t/ha y finalmente las plantaciones de palma aceitera que almacenaron 14.7 t/ha de carbono.

## I. INTRODUCCIÓN

El Panel Internacional de Cambio Climático IPCC (2007), luego de un análisis de evidencias observadas concluye sobre bases científicas y con un nivel de confianza superior al 90%, que el calentamiento global en los últimos 50 años es mayormente debido a las actividades humanas. De acuerdo con los cálculos más recientes las actividades humanas son responsables de alrededor de 10 Gt de emisiones de carbono al año en todo el mundo. CANADELL *et al.* (2007) señala que aproximadamente 1.5 Gt son consecuencia del cambio en el uso de la tierra. Por otra parte VIDAL (2007) menciona que la deforestación genera el 25% de las emisiones mundiales. La mayor parte de la emisión neta producida por el cambio de uso de la tierra se encuentra actualmente en los trópicos (RUGNITZ *et al.*, 2009).

En respuesta a esto en el artículo 3.3 y 3.4 del Protocolo de Kyoto (PK), considera a las actividades forestales de forestación, reforestación, manejo de bosques, entre otras como sumideros naturales de carbono (LOGUERCIO, 2005).

El carbono es un componente esencial de todos los seres vivos existe en su mayor parte como CO<sub>2</sub> en la atmósfera, los océanos y los combustibles fósiles. El CO<sub>2</sub> en la atmósfera es absorbido por las plantas y convertido en carbohidratos y tejidos a través del proceso de fotosíntesis, como

parte del ciclo del carbono (LAPEYRE *et al.*, 2004). Los bosques tropicales desempeñan un papel vital en el ciclo global del carbono, al cubrir un área extensa con más de 700,000 km<sup>2</sup> la Amazonía Peruana representa 61% del territorio peruano (FAO, 2005). Los bosques amazónicos mantienen entre 60 y 230 tC/ha (BROWN *et al.*, 1997). Así mismo FAO (2005) sugiere que la cantidad de carbono se encuentra entre 50 y 200 t/ha en los bosques amazónicos peruanos (promedio 165.6 tC/ha), mientras que para Sudamérica es de 110 tC/ha. En cuanto al almacenamiento de carbono en ecosistemas naturales, el tiempo medio de residencia en el tejido vegetal es largo ( $\geq$  60 años), es un proceso biológico de captura de carbono que contribuye a mitigar los efectos de calentamiento global (PACHECO *et al.*, 2007).

La deforestación en la amazonía peruana entre 1999 y 2005 se calcula en 645 km<sup>2</sup>/año; el 28% de estas áreas está localizado en la Región Ucayali (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Por otro lado el Gobierno Regional de Ucayali - GOREU (2004) menciona que la deforestación a nivel regional es aproximadamente 30,000 ha/año, Asimismo el Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA (2003) indica que en zonas aledañas a la carretera Federico Basadre y los ríos Aguaytía, San Alejandro y Ucayali se tiene una tasa anual de deforestación de 7,931.48 ha/año. El 32% está constituido por pastizales naturales y mejorados, lo que representa el cambio más importante en el uso de la tierra en esta zona. En los últimos 20 años se viene sembrando palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la región Ucayali, en la actualidad existen 17,000 ha de palma aceitera de las cuales 5,000 ha se encuentran en la zona de Neshuya - Curimaná. Ante tal situación de cambios que se vienen



produciendo en la región sobre todo en la provincia Padre Abad y Coronel Portillo se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuál es el cambio del stock de carbono en cantidad y distribución almacenado en la biomasa aérea del ecosistema forestal por efecto del cambio del uso de la tierra de los sectores Neshuya, Curimaná y Campo Verde?

### **1.1. Objetivo general**

- Cuantificar el carbono de la biomasa aérea en tres diferentes sistemas de uso de la tierra en la cuenca del Aguaytía, sectores Irazola – Curimaná y Campo Verde en la región Ucayali.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Cuantificar la biomasa aérea total que existe en los tres sistemas de uso de la tierra: bosque primario remanente, pastizal y palma aceitera.
- Determinar la cantidad de carbono en la biomasa aérea para cada sistema de uso de la tierra.
- Comparar los cambios del stock de carbono de los sistemas, según el uso de la tierra.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Efecto invernadero y cambio climático

El efecto invernadero se debe a que ciertos gases en la atmósfera que absorben parte de la radiación infrarroja que el planeta emite de regreso al espacio exterior. Cuanto mayor es la concentración menor es la cantidad de radiación infrarroja que el planeta emite libremente al espacio exterior, incrementándose la cantidad de calor atrapado en la atmósfera y produciendo que se eleve la temperatura superficial del planeta (ZAMORA, 2003). Se les conoce como gases de efecto invernadero (GEI), son de origen natural como antropogénico (UNFCCC, 1998) y GENG (2006) añade que son los siguientes:

- El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) se origina por la combustión de combustibles fósiles como el Diesel 2.
- El metano ( $\text{CH}_4$ ) emitido en la minería de carbón, rellenos sanitarios, ganadería, extracción de gas y petróleo.
- El óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) producido durante la elaboración de fertilizantes y la combustión de combustibles fósiles.
- Los hidrofluorocarbonados (HFC) emitidos en algunos procesos industriales y se usa con frecuencia en refrigeración y equipos de aire acondicionado.

- Los perfluorocarbonados (PFC) desarrollados e introducidos como una alternativa para reemplazar a algunos gases que destruían la capa de ozono, emitidos en una variedad de procesos industriales.
- La hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) emitidos durante la producción de magnesio y se aplica en algunos equipos eléctricos.

Las concentraciones de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera son afectadas principalmente por dos procesos antropogénicos: consumo de combustible fósil, y cambios en el uso del suelo (principalmente deforestación). Según mediciones del aire atrapado en el hielo de la Antártida y por las mediciones directas en Mauna Loa, Hawai; la concentración atmosférica de  $\text{CO}_2$  se ha incrementado de 280 a 350 ppm en los últimos 250 años, y algunas proyecciones indican que para el año 2100 esta concentración podría alcanzar 630 ppm (MONTOLLA *et al.*, 2003).

## **2.2. La convención sobre el clima y el protocolo de Kyoto (PK)**

En 1992 en la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC), los países del mundo reconocieron el problema del calentamiento global y acordaron hacer esfuerzos para reducirlo. El objetivo de la convención es estabilizar las emisiones de GEI a un nivel que prevenga las interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Se estableció un plazo para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegure que la producción de alimentos no esté

amenazada y garantice las condiciones para el desarrollo sostenible (GUZMAN *et al.*, 2006).

Del mismo modo SALINAS y HERNANDEZ (2008) indican que los países conformantes acordaron llevar a cabo acciones contra el cambio climático en sectores como la agricultura, industria, energía, recursos naturales y actividades en las zonas costeras. También acordaron desarrollar programas nacionales para reducir el cambio climático. La convención reconoce la responsabilidad histórica de las naciones desarrolladas y la economía en transición por la contaminación de la atmósfera. Estos países ofrecen reportar regularmente inventarios actualizados de sus emisiones, mientras tanto los países en desarrollo son animados a reportar sus inventarios de GEI. El protocolo de Kyoto es una adición al documento de la convención en la cual se establecen explícitamente metas cuantificativas de reducción de GEI para un grupo de países comprometidos. La meta es lograr que el total de las emisiones de dichos países alcancen un nivel inferior de no menos del 5% a las del año 1990, en el periodo de compromiso comprendido entre los años 2008 y 2012 (UNFCCC, 1998).

### **2.3. Reducción de emisores de deforestación y degradación - REDD**

REDD (Reducción de Emisiones de la Deforestación y la Degradación Forestal) es un término general referido a una política internacional y un mecanismo de financiamiento que posibilitará la financiación de la conservación y/o del establecimiento de bosques y la adquisición y venta

a gran escala de carbono de origen forestal. Tiene por finalidad abordar tanto la deforestación (la conversión de tierra forestada a tierra no forestada) como la degradación forestal (reducciones en la calidad de los bosques, en particular respecto de su capacidad de almacenar carbono). El objetivo principal es reducir las emisiones de carbono a la atmósfera (WHITE y MINANG, 2011).

#### **2.4. Procesos de fijación y almacenamiento de carbono**

BOUKHARI (2000) menciona que a través de la fotosíntesis los árboles en crecimiento despiden oxígeno y consumen agua, luz y CO<sub>2</sub>. Por ello, los bosques son calificados de sumideros de carbono porque absorben gas carbónico. Cuando dejan de crecer, los árboles ya no son sumideros, sino receptáculos de carbono, porque almacenan enormes cantidades de este elemento, en la superficie y en los suelos, pero cumplen un papel neutro en el balance final del CO<sub>2</sub>. Por último, cuando se queman los bosques, despiden gas carbónico y se convierten así en fuentes de carbono. El gas carbónico que se desprende cuando los árboles viejos se descomponen se compensa con el que absorben los jóvenes que crecen en su reemplazo.

SALINAS y HERNANDEZ (2008) indican que la captura de carbono de una determinada especie esta intrínsecamente relacionada con su crecimiento, tamaño real y sus componentes (fuste, ramas, follaje y raíces); por ello la determinación de la captura de carbono se logra mediante la modelación del crecimiento y volumen de dicha especie. En general, la estimación de la

biomasa y contenido de carbono de un ecosistema forestal requiere la evaluación de los siguientes depósitos:

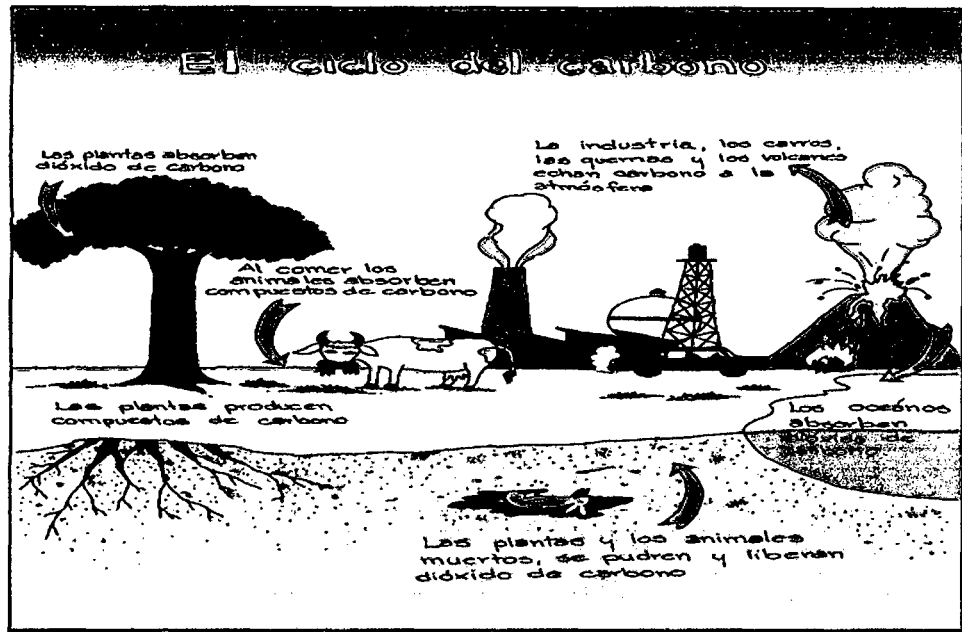


Figura 1. El ciclo del carbono (SOMARRABA *et al.*, 2006).

En la biomasa aérea:

- Estimación de la biomasa arbórea; mediante la utilización de ecuaciones alométricas se determina la biomasa de los árboles, mediante un inventario forestal de los árboles vivos. Otro modo es con muestras destructivas de árboles, convirtiendo el volumen en peso.
- Estimación de la biomasa arbustiva y herbácea; se realiza mediante un inventario de vegetación no arbórea y la determinación del peso húmedo y seco de toda la vegetación distribuida.

- Estimación de la biomasa muerta; mediante la evaluación del diámetro y la longitud de los fustes en pie, tocones, troncos, ramas gruesas de árboles muertos y hojarasca.

En el suelo:

- Estimación de la biomasa de raíces en el suelo.
- Estimación de la materia orgánica del suelo.

## **2.5. Carbono almacenado en bosques mundiales**

Los ecosistemas terrestres constituyen una reserva de más de 2000 Gt C que actúan como un sumidero neto de carbono (alrededor de 1.5 Gt C/año), los bosques tropicales representan una gran proporción (IPCC, 2007). LEWIS *et al.* (2009) mencionan que según investigaciones recientes en el mundo, la absorción anual es de 1.3 Gt C aproximadamente y se calcula que los bosques tropicales de América Central y del Sur absorben aproximadamente 0.6 Gt C, los de África poco más de 0.4 Gt y los de Asia cerca de 0.25 Gt.

El IPCC (2000) reporta cantidades de referencias; un bosque primario cerrado almacena entre suelo y vegetación cerca de 250 tC/ha, si se convirtiera en agricultura migratoria liberaría cerca de 200 tC y un poco más si se convirtiera en pastizales o agricultura permanente. Así mismo IPCC (2001) afirma que los bosques son un sumidero neto de carbono durante los próximos cien años, que ayudarían a reducir del 20% al 50% de las emisiones netas de

CO<sub>2</sub> en la atmósfera a través del manejo silvicultural de los bosques nativos existentes y la creación de nuevos bosques, áreas donde no existen árboles, utilizando con ello su potencial para mitigar los cambios del clima (LOGUERCIO, 2005).

Cuadro 1. Densidad de carbono estimado para bosques mundiales.

Continentes/países		Densidad de carbono (t/ha)	
		Vegetación	Suelo
Alta	Rusia	83	281
	Canadá	28	484
	Alaska	39	212
Media	EEUU continental	62	108
	Europa	32	90
	China	114	136
	Australia	45	83
Baja	Asia	132-174	139
	África	99	120
	América	130	120

Fuente: PERCY *et al.* (2003).

El IPCC (2001) menciona que los distintos tipos de vegetación natural y plantaciones forestales pueden capturar entre 4.8 y 1.6 tC/ha/año. Por otro lado CATRIONA (1998) indica que en los trópicos el carbono de los sumideros superficiales varía entre 60 y 230 tC/ha en bosques primarios, y



entre 25 y 190 tC/ha en bosques secundarios. Además PERCY *et al.* (2003) manifiesta que el flujo neto terrestre del Carbono (C) es la diferencia entre la captura (sumideros) y las fuentes. Durante los años noventa del siglo XX, la biosfera terrestre (de la cual los bosques forman una gran parte) absorbió el C a una velocidad de aproximadamente 1.4 Gt/año, se estimó que los árboles y suelos forestales contienen 2,579 t de C. El 30.3% aproximadamente de este C está capturado en bosques de baja latitud; el 26% se halla en bosques de latitud media; y el 43.7% restante se encuentra en zonas de alta latitud. La más baja densidad del carbono se encuentra en bosques de media latitud.

## **2.6. Bosques de la región Ucayali**

BLANCO *et al.* (1986) realizaron un diagnóstico de la actividad forestal de la región Ucayali, y determinan los siguientes tipos de bosques (Cuadro 2):

- Aguajal (AG): Comprende aguajales, bajiales y áreas pantanosas que suman un total de 194,914 ha.
- Bosque de terraza baja (TB): Ocupa terrenos de topografía plana a ondulada, correspondientes a terrazas fluviales de primer nivel; son generalmente inundables y alcanzan una superficie de 142,167 ha.
- Bosque de Terraza Media (TM): Se desarrolla sobre terrenos de topografía plana o ligeramente ondulada, cercanos a ríos y quebradas,

son propensos a inundaciones en la época de lluvias intensas y/o crecidas de los ríos, ocupan un total de 745,004 ha.

- Bosque de Terraza Alta (TA): Están ubicados en terrenos de topografía ondulada y en especial en áreas cercanas a ríos medianos y pequeños donde no existe peligro de inundación, representa un total de 1'280,944 ha.
- Bosque de Colina Baja (CB): Se desarrolla sobre lomadas y terrenos colinosos con grado de disectación que varía de mediano a fuertemente disectada; cubre una superficie de 3'090,192 ha.
- Bosque de Colina Media (CM): Este bosque tiene limitaciones debido a su topografía, ya que ocupa posiciones fisiográficas con pendientes de 30% a 55%, lo que dificulta el aprovechamiento forestal; cubre una superficie de 2'122,360 ha.
- Bosque de Colina Alta (CA): Se encuentra en colinas fuertemente disectadas de laderas fácilmente erosionables con pendientes superiores al 55%, se estima una superficie de 1'458,968 ha.
- Bosque sobre Tierras de protección (X): Son bosques marginales, cuyo factor limitante es la pendiente, por lo general superior a 70%, se estima una superficie de 385,377 ha.
- Agricultura (Y): Tierras dedicadas a la producción agrícola y pecuaria; se estima una superficie de 821,129 ha.

Cuadro 2. Superficie de los tipos de bosques en la región Ucayali.

ID	Padre Abad		C. Portillo		Atalaya		Purús		Total
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)
AG	-	-	173,316	4.7	21,598	0.5	-	-	194,914
TB	-	-	65,213	1.8	63,375	1.6	13,579	0.8	142,167
TM	-	-	363,791	9.9	346,493	8.9	34,720	1.9	745,004
TA	33,933	3.8	706,873	19.2	345,818	8.9	194,320	10.9	1'280,944
CB	58,293	6.6	1'047,382	28.4	1'578,788	40.6	405,729	22.7	3'090,192
CM	249,743	28.3	534,431	14.5	770,252	19.8	567,661	31.8	2'122,360
CA	260,126	29.5	137,252	3.7	492,820	12.7	568,770	31.9	1'458,968
X	84,254	9.5	159,788	4.3	141,335	3.6	-	-	385,377
Y	195,900	22.2	493,542	13.4	131,687	3.4	-	-	821,128.9
<b>Total</b>	<b>882,249</b>		<b>3'681,588</b>		<b>3'892,439</b>		<b>1'784,779</b>		<b>10'241,055</b>

Fuente: BLANCO *et al.* (1986).

## 2.7. Secuestro de carbono en diferentes escenarios de la amazonia peruana

ALEGRE *et al.* (2002) realizaron estudios de carbono en Yurimaguas, en diferentes sistemas de uso de tierra; determinando que el bosque tiene los contenidos más altos de carbono total. El barbecho natural aumenta su contenido de carbono con el tiempo, mientras que en los sistemas manejados son más bajos; sin embargo el contenido de carbono en la biomasa

aérea en los sistemas perennes con árboles y coberturas es más alto. Lo cual indica que cultivos de árboles perennes basados en sistemas multiestratos alcanzan del 20% a 46% de carbono secuestrado del bosque primario, comparado con solo 10% de los sistemas de cultivos anuales.

Por otro lado LAPEYRE *et al.* (2004) determinaron la capacidad de captura de carbono en la biomasa aérea en distintos sistemas del uso de la tierra, evaluados en la Región San Martín a diferentes niveles altitudinales. De la misma forma afirma que los sistemas permanentes con mayor crecimiento presentan los valores más altos de acumulación de carbono, es el caso del bosque primario que contiene un promedio de 485 tC/ha (100%), valor que se reduce drásticamente si éste se deforesta y se quema para plantar cultivos anuales en las mismas áreas llegando a valores muy bajos, menor de 5 tC/ha (1%). Recuperar el estado inicial de las reservas del bosque primario tomará muchos años, tal como se puede apreciar con el bosque secundario de 50 años que alcanza solo un 48% de lo que se tenía en el bosque primario.

Hay que destacar que no se podrá observar una recuperación significativa si estos sistemas son continuamente perturbados o descremados (extracción selectiva de madera), tal como se observa en el bosque secundario de 20 años ya descremado que contó con solo 13% de lo capturado por el bosque primario. El sistema café-guaba de cuatro años y el sistema cacao con especies forestales de 15 años, ambos agroforestales presentan valores altos que están por encima de los que presentan los sistemas puramente agrícolas de corta duración (áreas perturbadas por tumba y quema), lo cual nos

demuestra la importancia del establecimiento de éstos sistemas para la recuperación del potencial de captura de carbono (Cuadro 3).

Cuadro 3. Carbono almacenado en diferentes SUT de la región San Martín.

Sistema de Uso de Tierra	Carbono (t/ha)	Lugar	Altitud (msnm)
Bosque primario	485.3	Lamas - Tabaloso	1193
Bosque secundario de 50 años	234.3	La Banda de	700
Bosque descremado de 20 años	62.1	Shilcayo	
Arroz de 70 días	1.7		
Maíz de 90 días	4.4	Juan Guerra	650
Pasto mejorado de 7 años	2.3		
SAF café + guaba de 4 años	19.3	Lamas - Zapatero	
SAF cacao de 15 años con especies forestales entre 15 y 20 años	47.2	Tarapoto	650 – 1500

Fuente: LAPEYRE (2004).

FREITAS *et al.* (2006) evaluaron el almacenamiento de carbono en aguajales de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, siendo los resultados 484.5 t/ha y 424.7 t/ha el contenido de carbono almacenado en los aguajales denso y mixto respectivamente, destacándose la mayor contribución de carbono del suelo, que representa 76.2% y 79.2% de los totales.

RIOS (2007) realizó estudios de cuantificación de carbono en la región Huánuco, provincia Leoncio Prado, distrito José Crespo y Castillo. Determinando que el cultivo de coca posee la capacidad de almacenar buenas cantidades de carbono aún así, si las plantaciones son jóvenes, en la de un año de edad, encontró valores muy altos (80.4 tC/ha), que están por encima de los valores que presentan los sistemas agroforestales de café de tres años (37.7 tC/ha) e inclusive de los sistemas de cacao mejorado de 30 años y cacao tradicional de 35 años, con valores de 3.7 y 3.3 tC/ha respectivamente; el mayor depósito de carbono lo encontramos en la biomasa aérea y esto se da para todos los sistemas de uso de tierra evaluados

Por otra parte VARGAS (2008), determinó que la biomasa aérea de un bosque secundario de 30 años es 215.7 t/ha. CENTENO (2008) realizó muestras destructivas de seis árboles de la especie Paliperro (*Miconia* sp.), en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), obteniendo 3.8 t/ha de biomasa aérea.

VIENA (2010) determinó el carbono total almacenado en cuatro sistemas del uso de la tierra más importantes en la Provincia Leoncio Prado, todos ellos con cinco años de edad, encontrando que los cultivos permanentes de cacao poseen mayor acumulación de carbono (125.7 t/ha). El mayor porcentaje del carbono está en la parte aérea (84.2%); comparado a un pastizal (88.8 t/ha), éste posee mayor porcentaje de carbono (89.2%) en los suelos y raíces subterráneas. Es claro ver como los depósitos de carbono se ven afectados al cambiar el uso, si éste se ve afectado por la utilización de

químicos dejando a un suelo degradado (44.3 t/ha), con el pasar del tiempo y las condiciones podría convertirse en una purma almacenando 65.5 t/ha

Además, IQUISE (2010) realizó estudios de almacenamiento de Carbono total en el distrito de Hermilio Valdizán, provincia de Leoncio Prado, donde reafirma que los bosques son los sistemas que poseen mayor capacidad de almacenamiento de carbono con valores de 196.2 t/ha (100%), para un bosque primario, este valor se ve afectado cuando se realiza cambios, como el aprovechamiento selectivo de especies maderables, convirtiéndolo en un bosque secundario, cuando tiene 6 años posee 44.5% de Carbono, incrementa su cantidad a medida que el bosque madura, cuando tiene 12 años con 80.9% de Carbono almacenado. Los sistemas agroforestales también ayudan a mantener e incrementar de alguna forma los depósitos de carbono, como la plantación de cacao más especies forestales de 25 años que significa 68.2%, e inclusive plantaciones jóvenes de cacao más bolaina de 3 años que representa el 23%.

Asi mismo BRINGAS (2010) determinó el carbono total aéreo almacenado en sistemas de bosques secundarios y SAF de cacao más laurel, de 9, 10 y 11 años de edad para ambos sistemas, obteniendo mayor contenido de carbono en los bosques secundarios; además se observa que el incremento de la cantidad de carbono, está relacionada con la edad del sistema, y esto se cumple para los dos SUT evaluados. También se observa que en el estrato arbóreo se encuentra la mayor cantidad de carbono, seguido de la hojarasca y finalmente está el estrato arbustivo – herbáceo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Carbono almacenado en dos SUT de la Provincia Leoncio Prado.

Sistema de Uso de Tierra	Arbórea	Arbustiva/ Herbácea	Hojarasca	Total (t.C/ha)	FC
Bosque secundario 9 años	21.6	0.8	5.2	50.3	3.1
Bosque secundario 10 años	69.3	0.2	5.3	74.8	7.5
Bosque secundario 11 años	94.7	0.4	6.9	102.1	9.3
Cacao + Laurel 9 años	47	0.5	2.8	50.3	5.6
Cacao + Laurel 10 años	62.6	1.7	5.1	69.5	6.9
Cacao + Laurel 11 años	80	1	2.6	83.6	7.6

Fuente: BRINGAS (2010).

Por otro lado, DE LA CRUZ (2010) determinó el carbono almacenado en plantaciones de palma aceitera, ubicadas en la Provincia de Tocache, Región San Martín, utilizando doce diferentes edades, el mayor almacenamiento de carbono estimado y ajustado de la biomasa vegetal, presentó la edad de 27 años con 168.5 t/ha y la que presentó el menor almacenamiento es la de 6 años con 95.8 t/ha, puede observarse que a medida que la edad aumenta el almacenamiento de carbono es mayor.

## 2.8. Secuestro de carbono en la cuenca de Aguaytía

El Centro Internacional de Investigación en Agroforestería – ICRAF (1998) realizó estudios de almacenamiento de carbono en diferentes sistemas



de uso de tierra en Pucallpa, concluyendo que la tasa de secuestro de carbono aéreo es de 7 t/ha/año en bosques secundarios de 3 años (Cuadro 5).

Cuadro 5. Carbono almacenado y tasa de secuestro de carbono en diferentes SUT en Sarita Colonia, Pucallpa.

Sistema de uso de la tierra SUT	Carbono total (*) (t/ha)	Tasa de secuestro C aéreo (t/ha/año)
Bosque primario no tocado	402.8	-
Bosque primario extraído de madera	169.8	-
Bosque secundario 15 años	310.8	12.4
Bosque secundario 3 años	40.5	7.0
Área recién quemada	98.0	-
Cultivo anual (maíz)	30.2	-
Cultivo anual (yuca)	37.6	-
Cultivo bi-anual (plátano)	55.4	-
Pastura degradada	152.8	-
Plantación de 30 años con hevea	152.3	2.5
Plantación de palma aceitera	98.5	-

(\*) Carbono total = Carbono aéreo + Carbono en suelo.

Fuente: ICRAF (1998).

BARBARÁN (2000) en el distrito de Campo Verde - región Ucayali, determinó la biomasa y el carbono almacenado en distintos sistemas de uso,

habiendo encontrado sistemas que almacenan menor cantidad de carbono, estas son los cultivos anuales y los pastos. Además, determinó tasas de secuestro de carbono aéreo de 6.6 y 7.3 t/ha/año en bosques secundarios de 3 y 15 años (Cuadro 6).

Cuadro 6. Cantidad de biomasa y carbono en diferentes SUT en Pucallpa.

Sistemas de cultivo	Biomasa (t/ha)	C total (*) (t/ha)	Tasa de secuestro (t/ha/año)
Pastos	11.57	43.8	-
Yuca	15.5	36.2	-
Maíz	11.7	35.2	-
Plátano	42.4	55.0	-
Bosque secundario de 3 años	44.1	48.3	6.6
Área recientemente quemada	121.1	96.1	-
Bosque primario intervenido	258.4	155.6	-
Bosque secundario de 15 años	243.8	153.3	7.3

(\*) Carbono total = Carbono aéreo + Carbono en suelo.

Fuente: BARBARÁN (2000).

BALDOCEDA (2001) en el sector Neshuya – Curimaná de la Región Ucayali determinó la cantidad de carbono aéreo almacenado en bosques secundarios de diferentes edades concluyendo que los bosques secundarios son buenos receptores de carbono en cortas edades, y van

umentando la capacidad de almacenaje en sus componentes de acuerdo a la edad que tienen, a más edad más capacidad de almacenamiento, tal es el caso del bosque secundario de 10 años que almacenó 92.6 t/ha (Cuadro 7).

Cuadro 7. Cantidad de biomasa y carbono aéreo en bosques secundarios de diferentes edades del sector Neshuya - Curimaná.

Sistema de uso de tierra	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
Bosque secundario de 10 años	205.79	92.61
Bosque secundario de 8 años	176.65	79.5
Bosque secundario de 6 años	108.18	48.68
Bosque secundario de 4 años	51.43	23.14
Bosque secundario de 2 años	24.10	10.85

Fuente: BALDOCEDA (2001).

ALEGRE *et al.* (2002) determinaron el carbono total en diferentes sistemas de uso de la tierra evaluados en la zona de Pucallpa (Cuadro 8); donde indica resultados favorables en acumulación de carbono en la foresta y barbecho. También, hace una comparación de cómo son los cambios se producen en los depósitos de carbono al someterlos a actividades antropogénicas; como es el caso de un bosque primario 161.7 t/ha (100%), cuando se aprovechan las especies maderables el bosque disminuye su cantidad de carbono en 122.8 t/ha (75.9%).

No obstante, los bosques secundarios tienen la capacidad de almacenar carbono en corto tiempo, tal es el caso del bosque secundario de 15 años 126.1 t/ha (78%) e inclusive a los tres años 20.9 t/ha (12.9%).

Cuadro 8. Reservas de carbono de diferentes SUT en Pucallpa.

Sistema de Uso de Tierra	Árbol (tC/ha)	Sotobosque (tC/ha)	Hojarasca (tC/ha)	Total (tC/ha)
Bosque primario (no tocado)	160.1	0.8	0.7	161.7
Bosque primario (extracción selectiva)	120.3	0.7	1.8	122.8
Bosque secundario de 15 años	121	2.2	2.8	126.1
Bosque secundario de 3 años	13.2	1.8	5.9	20.9
Área recién quemada	68.3	-	-	68.3
Cultivo anual (arroz)	4.5	1.2	2.1	7.9
Cultivo anual (yuca)	0.7	1.7	1	3.4
Cultivo bi-anual (plátano)	6.2	8.1	2	16.3
Pastura degradada	-	2.4	0.7	3.1
Plantación de <i>Hevea sp.</i> de 30 años	66.6	0.9	6.5	74
Plantación de palma aceitera	0	37.2	4.1	41.4

Fuente: ALEGRE *et al.* (2002).

## 2.9. Metodologías para la evaluación de la biomasa aérea

Para estimar la biomasa de un bosque hay métodos directos e indirectos. El método directo consiste en cortar el árbol y pesar la biomasa directamente, determinando luego su peso seco. Una forma de estimar la

biomasa con el método indirecto es a través de ecuaciones alométricas con modelos matemáticos calculados por medio del análisis de regresión entre las variables paramétricas colectadas en terreno y en inventarios forestales (Brown, 1997; citado por SCHLEGEL, 2001). También se puede estimar la biomasa a través del volumen del fuste, utilizando la densidad básica para determinar el peso seco y un factor de expansión para determinar el peso total en seco (biomasa total del árbol).

### **2.9.1. Ecuaciones alométricas**

Según SALINAS y HERNANDEZ (2008) los modelos alométricos son ecuaciones matemáticas que relacionan la biomasa con variables del árbol fácilmente medibles en pie, tales como: el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura comercial y total (h), etc. Para el desarrollo de estos modelos es necesario realizar un muestreo destructivo de árboles. El tamaño de muestra debe ser definido de manera que el error este dentro de los rangos aceptados; la estimación se obtiene con valores de los errores aceptables con tamaños de muestra mayores a 20 individuos distribuidos sobre el rango de diámetros esperados en el proyecto. Existen muchos estudios que se han realizado en todo el mundo en diferentes tipos de sistemas, tipos de bosque, así como para una determinada especie (Cuadro 9 y 10).

### **2.10. Parcelas de muestreo tipo Clúster**

Se refieren a las unidades de muestreo discontinuas que están formados por subunidades, que se encuentran separadas unas de otras por un

intervalo de distancias. Estas pueden estar en líneas o en grupos Clúster (CARRERA y TINEO, 1994).

Cuadro 9. Ecuaciones alométricas según tipo de bosques tropicales.

Ecuación alométrica	Tipo de bosque	Intervalo de DAP (cm)
$Y = \exp \left[ -2.289 + 2.649 * \ln(DAP) - 0.02(\ln(DAP))^2 \right]$	Maderas duras de zonas tropicales húmedas	4 – 148 IPCC (2003)
$Y = 21.297 - 6.953(DAP) + 0.740(DAP)^2$	Maderas duras de zonas tropicales muy húmedas	3 – 112 IPCC (2003)
$\text{Log}_{10} Y = -2.18062 + 0.0801(DAP) - 0.000624(DAP^2)$	Árboles dispersos en pasturas	Ruiz (2002)
$Y = 4.5 + 7.7 * H$	Palmeras	Frangi y Lugo (1985)
$Y = 384908 - 11.7883 + 1.192(DAP)^2 * 0.78$	Bosques húmedos tropicales	Brown (1997)

Fuente: Brown, 1997; citado por IPCC, 2003; Brown y Schroeder 1999; Schroeder *et al.*, 1997.

Cuadro 10. Ecuaciones alométricas para zonas tropicales.

Clasificación general	Especies	Ecuación grupal	Fuente	Datos provenientes	DAP máx.
Seco (PP 900–1500 mm)	General	$B=0.2035xD^{2.3196}$	Brown (1997)	México	63 cm
Seco (PP < 900 mm)	General	$B=10(-0.535+\log_{10}(AB))$	Brown (1997)	México	30 cm
Húmedo (PP 1500 – 4000 mm)	General	$B=\exp(-2.289+2.649x\ln(D)-0.021x\ln(D)^2)$	Brown (1997, actualizado)	México	148 cm
Muy húmedo (PP > 4000 mm)	General	$B=21.297-6.953xD+0.740xD^2$	Brown (1997)	Bolivia	112 cm
Cecropia	Cecropia sp.	$B=12.764+0.2588xD^{2.0515}$	Winrock	Bolivia	40 cm
Palmas	Palmas (motacu)	$B=23.487+41.851x(\ln(H))^2$	Winrock	Venezuela	11 m Height
Lianas	Lianas	$B=\exp(0.12+0.91x\log(D))$	Putz (1983)	México	12 cm

\* AB= área basal D= diámetro 1.3 m.

Fuente: Pearson *et al.* (2005), citados por WHITE y MINANG (2011).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Caracterización del área de estudio

##### 3.1.1. Ubicación política y geográfica

El presente estudio se desarrolló en seis sectores ubicados en los distritos: Curimaná, Irazola y Campo verde de la Región Ucayali (Cuadro 11).

Cuadro 11. Ubicación política de los SUT evaluados.

Sector	Sistema	Distrito	Provincia
Abejaico	Bosque	Campo Verde	Coronel Portillo
	Palma	Irazola	Padre Abad
	Pastizal	Campo Verde	Coronel Portillo
Bellavista	Bosque	Irazola	Padre Abad
	Palma	Curimaná	Padre Abad
	Pastizal	Curimaná	Padre Abad
Las Palmeras	Bosque	Campo Verde	Coronel Portillo
	Palma	Campo Verde	Coronel Portillo
	Pastizal	Campo Verde	Coronel Portillo
Los Olivos	Palma	Irazola	Padre Abad
	Pastizal	Irazola	Padre Abad
Miguel Grau	Bosque	Irazola	Padre Abad
	Palma	Irazola	Padre Abad
	Pastizal	Irazola	Padre Abad
Nuevo Satipo	Bosque	Irazola	Padre Abad
	Palma	Irazola	Padre Abad
	Pastizal	Irazola	Padre Abad



Según GOREU (2004) los sectores geográficamente se enmarcan entre los paralelos de 8°24' a 8°36' de latitud sur y los meridianos de 74°57' a 75°09' de longitud oeste a una altitud de 212 msnm, cubre una extensión aproximada de 6.9 Km<sup>2</sup>. Asimismo, en el Cuadro 12 se detalla las coordenadas, área y altitud de cada sistema evaluado.

Cuadro 12. Ubicación geográfica de los Sistemas de Uso de Tierra evaluados.

Nº	Sector	Sistema/Propietario	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Área (ha)
			Este	Norte		
1		PA/ Leonardo Rojas Coral	502450	9042089	223	83.0
2	Abejaico	P/ Víctor Sopla Torres	508300	9039392	231	5.0
3		B/ Mario López Castillo	509459	9037255	234	14.9
4		PA/ Claudio Melgar Condori	491878	9059974	212	88.2
5	Bellavista	P/ Rafael Ramírez Reyes	489931	9059342	228	3.0
6		B/ Gil Diego Puelles	490617	9058417	236	15.1
7		PA/ Juan de Dios Solano Trinidad	499040	9036449	212	45.4
8	Miguel Grau	P/ Eber Trujillo Aquino	491824	9036036	216	6.1
9		B/ Jairo Venancio Sandoval	489238	9040780	226	6.2
10		PA/ Teresa Ríos Delgado	511085	9053890	193	84.9
11	Las Palmeras	P/ Paco Ribera	513197	9047387	190	21.1
12		B/ Paco Rivera	513697	9047006	213	80.1
13		PA/ Héctor Soto Calderón	493284	9058316	190	39.0
14	Nuevo Satipo	P/ Lenin Tello Trujillo	492917	9057763	203	10.7
15		B/ Donato Estela Montesino	488284	9054731	204	9.6
16		PA/Héctor Ore Orbazo	499879	9049176	200	23.0
17	Los Olivos	P/ Juan Delgado Lino	494268	9050390	201	5.1
18		B/ Reinero Sánchez	491993	9050755	213	9.7

PA: Palma aceitera; P: Pastizal y B: Bosque remanente.

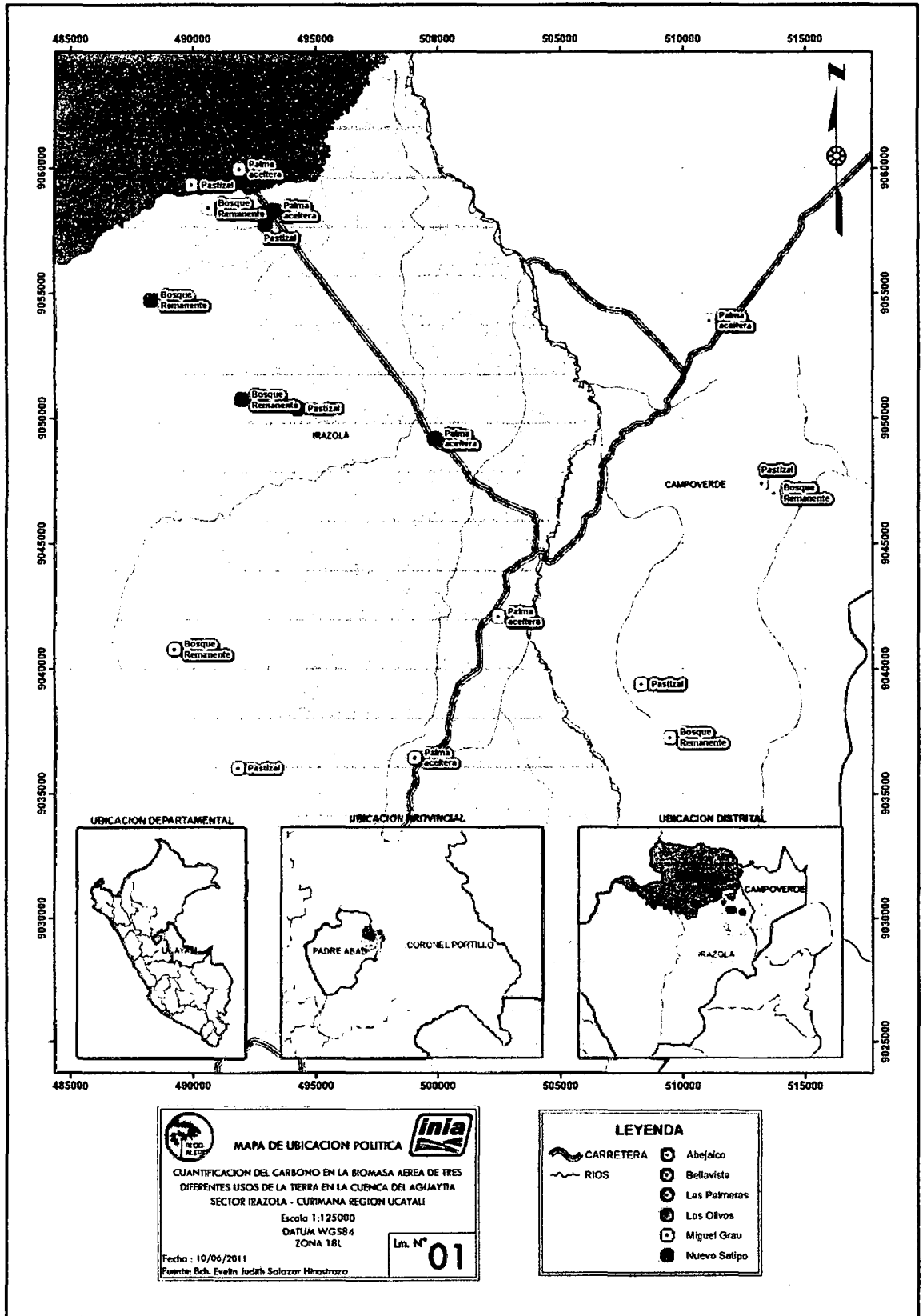


Figura 2. Mapa de ubicación política de los sectores evaluados.

### 3.1.2. Clima y ecología

De acuerdo a la información de la Estación Meteorológica Principal de San Jorge (Km 54 C.F.B) tiene una temperatura media anual de 25 °C, precipitación promedio anual de 1752 mm, humedad relativa de 77%, el número de horas de sol es 11 28' y los vientos tienen una velocidad promedio de 3.5 nudos con dirección dominante de norte a sur (BALDOCEDA, 2001).

Cuadro 13. Resumen de datos climáticos de la Estación de San Jorge.

Meses	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Evapotranspiración (mm)
Enero	25.8	79	155.5	110.4
Febrero	25.5	82	215.7	103.2
Marzo	25.5	78	217.9	93.6
Abril	25.2	78	158.2	102.0
Mayo	24.7	76	118.9	106.9
Junio	24.4	74	60.5	105.6
Julio	23.6	75	76.5	97.0
Agosto	24.9	74	81.0	125.6
Setiembre	24.4	77	119.7	108.9
Octubre	25.4	79	187.4	94.6
Noviembre	25.4	77	189.9	102.9
Diciembre	25.6	76	171.6	110.7
Promedio	25.0	77		
<b>Total</b>			<b>1752.8</b>	<b>1261.4</b>

(\*) Promedio mensuales de 25 años (1954 – 1978).

Fuente: Polo y Muñoz (1982), citado por BALDOCEDA (1993).

La zona presenta dos periodos muy marcados (Figura 3), el primero que abarca aproximadamente nueve meses, iniciándose en el mes de setiembre y culmina en el mes de mayo, periodo caracterizado por la excesiva humedad, debido a la alta precipitación que es mucho mayor que la evapotranspiración, resalta las precipitaciones del mes de febrero y marzo que son superiores a los 200 mm. El segundo periodo abarca aproximadamente tres meses, se inicia el mes de junio y culmina en agosto, se caracteriza por que la precipitación es mucho menor que la evapotranspiración, esta brecha se acentúa en el mes de junio, que se considerará un mes muy seco (LINO, 2009).

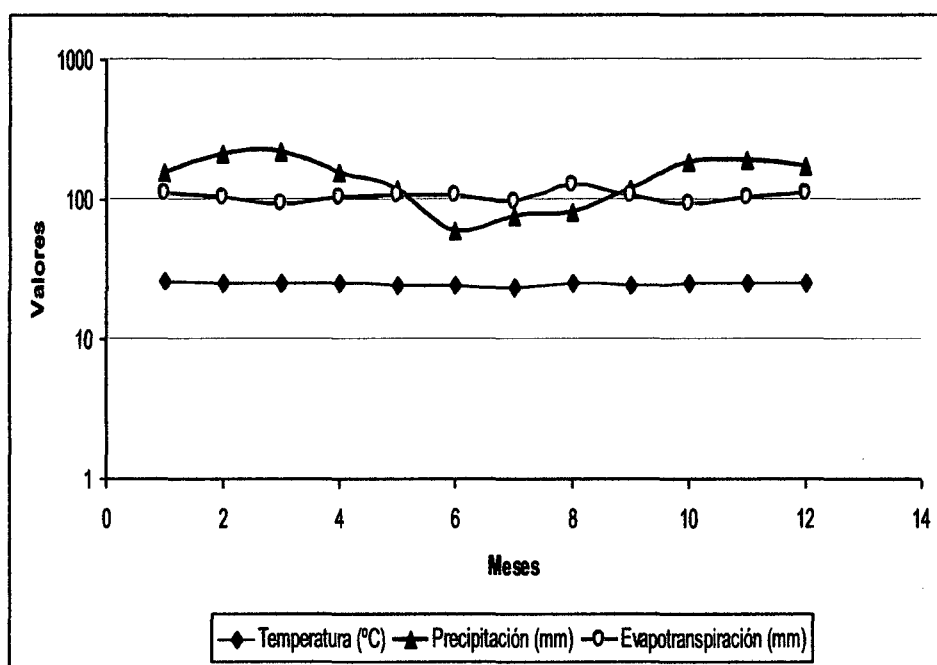


Figura 3. Diagrama bioclimático de la Estación Climatológica de San Jorge, Pucallpa.

Según el Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976; IIAP, 2003) el sector Neshuya-Curimaná se ubica en la zona de vida de bosque húmedo Premontano Tropical, transicional al bosque húmedo Tropical (bh-PT/bh-T).

### 3.1.3. Fisiografía y vegetación

Se observan dos grandes paisajes fisiográficos: planicie y colinoso. El primero se extiende hasta el Km 29 y se presenta en un 80% del área, está conformado por superficies planas y onduladas con pendientes que oscilan entre 0 y 8%. El paisaje colinoso está constituido por lomadas y colinas de relieve complejo, con pendientes que varían entre 8% y 25%, se extiende desde el Km 29 en forma paralela al curso del río Aguaytía (BALDOCEDA, 2001). Así mismo INRENA (2003) señala que la zona de estudio se encuentra en un gran paisaje fisiográfico: llanura fluvial de la sub.-cuenca del río Aguaytía y Ucayali, está conformado por terrazas de orillares, se caracteriza por presentar un relieve de plano a ligeramente ondulado (0% – 2%).

BALDOCEDA (2001) describe que la vegetación natural que predomina en la zona esta constituida por bosques heterogéneos distribuidos en diferentes estratos con árboles de grandes dimensiones, tanto en altura (40 m) como en diámetro (2 m). Sin embargo, en la actualidad estos bosques han sido intensamente intervenidos. Primero, por la extracción maderera de las especies de alto valor comercial como caoba (*Swietenia macrophylla* King), cedro (*Cedrela odorata* L.) y tornillo (*Cedrelinga caneniformis* (Ducke) Ducke), y posteriormente por efectos de la agricultura migratoria (tumba, rozo y quema).

### 3.1.4. Suelos y capacidad de uso mayor

GOREU (2004) señala que los suelos son ácidos, con un pH promedio de 4 (mínimo 3.6 y máximo 4.4). El contenido de materia orgánica es

baja con promedio de 2% hasta una profundidad de 20 cm y de 1.6% a una profundidad de 20 a 40 cm. Los suelos son de textura media a moderadamente fina y extremadamente ácidos. La clasificación de los suelos indica que un 86% pertenece al orden Inceptisol y sólo un 14% al Entisol. De acuerdo a la clasificación de tierras por capacidad de uso mayor, gran parte de la superficie corresponde a la de vocación forestal (37.3%), seguida por pastos (29.8%), cultivos permanentes (20.8%) y una menor proporción de cultivos en limpio (7.5%). Asimismo, BALDOCEDA (2001) menciona que los cultivos agrícolas de mayor importancia son: el arroz (22.8%), la yuca (22.1%), el maíz (19.3%) y solamente el 17.9% se dedica al cultivo de la palma.

### **3.2. Materiales y equipos**

#### **3.2.1. Fase preparatoria**

- 01 Mapa temático de cobertura vegetal
- 01 Carta nacional de división política y demográfica.
- 01 Software ArcMap 10.0.

#### **3.2.2. Fase campo**

- 01 Balanza manual tipo aguja de 5 y 10 Kg
- 01 Cinta diamétrica de 5 y 10 m
- 01 Forcípula de 30 y 60 cm
- 01 Cuadrante de madera de 1 m x 1 m

- 03 Tijeras podadoras de mano
- 01 SERRUCHO
- 10 Plumones indelebles
- 01 Wincha de 30 y 50 m
- 18 Formatos de evaluación
- 01 Wincha de bolsillo de 5 m
- 01 Vernier
- 01 GPS (Sistema de Posición Geográfica)
- 01 Cámara fotográfica digital
- 01 Hipsómetro
- 01 Brújula

### **3.2.3. Fase laboratorio**

- 01 Balanza de precisión de 5 kg
- 01 Balanza analítica de 300 g
- 01 Estufa
- 01 Mufla
- 01 Molino especial de hojas
- 20 Crisoles con capacidad de 5 g
- 200 Bolsas de papel número 20

- 01 Plumón indeleble
- 200 Bolsas de polietileno de 10 x 8

#### **3.2.4. Fase gabinete**

- 01 Computadora portátil
- Microsoft Office Excel 2007
- Software SAS 10.0
- Software ArcMap 10.0

### **3.3. Antecedentes de la zona de estudio**

La zona de estudio inicialmente fue un bosque primario, el cual fue fuertemente intervenido por la extracción selectiva de madera entre los años 1970 a 1980 (BARBARAN, 2000). Producto de esto quedaron los bosques remanentes con el incremento de la población migrante de diferentes partes del país especialmente de la Región Andina y durante el proceso de los años ha continuado la deforestación masiva a través de la práctica tradicional de rozo, tumba y quema de la vegetación para dedicarlos a diferentes cultivos transitorios como: yuca, maíz, plátano entre otros.

Durante el aprovechamiento de esta campaña de producción se optó por instalar potreros utilizando pasto mejorado (*Brachiaria* sp.) para la producción de ganado vacuno, equino, etc. Transcurrido más de 10 años y sin mantenimiento de las pasturas, solo predominó en ellas el pasto natural



(*Paspalum sp.*). Posteriormente con el apoyo del Gobierno Local y Regional al proponer proyectos con alternativas económicas rentables para la población se implantó cultivos permanentes como palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), que se han instalado en las mismas áreas que anteriormente fue pastura.

### **3.4. Descripción de los Sistemas del Uso de la Tierra (SUT)**

#### **3.4.1. Bosque primario remanente**

Consisten en bosques primarios naturales que en algún momento han tenido un aprovechamiento selectivo de las especies de mayor valor comercial, pero que conservan parte de su vegetación original (GOREU, 2004).

#### **3.4.2. Pastizal**

Son ecosistemas que inicialmente fueron bosques primarios remanentes, que sufrieron la práctica tradicional de rozo, tumba y quema de los árboles, para dedicarlos a cultivos transitorios, como yuca, maíz y plátano por una campaña de 5 años, luego se instaló pastizales utilizando pasto mejorado (*Brachiaria decumbens* Stapf) aprovechando 10 años mas, producto de ello conservan gran cantidad de madera muerta, además estos son pastoreados escasamente y en algunos casos se encuentran en descanso (CIAT, 1995).

#### **3.4.3. Palma aceitera**

Son constituidos en su totalidad por plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), el manejo y mantenimiento de este sistema se

realiza con tecnología intermedia, utilizando fertilizantes orgánicos como guano de animales, gallinaza, dolomita, entre otros y el control de la maleza es físico, se realiza mediante deshierbo manual con machetes. La característica principal de este sistema es que después del rozo, la tumba y quema de un bosque primario remanente, se dedicaron a los cultivos transitorios por una campaña de cinco años, para después instalar pasto mejorado por un periodo de diez años, finalmente en ese mismo terreno se instaló plantas de palma aceitera que en la actualidad tienen más de 10 años de establecidos, no existe vestigios de madera muerta ya que fue retirada en el momento de la instalación (BALDOCEDA, 2001).

### 3.5. Metodología

Para desarrollar el presente trabajo se ha seguido la siguiente metodología; que se esquematiza en la Figura 4.

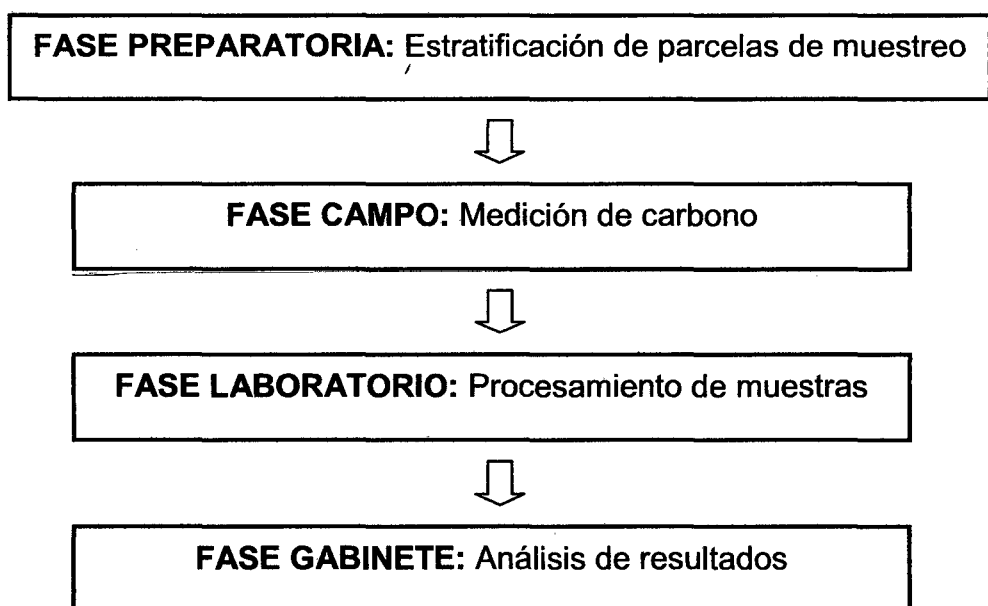


Figura 4. Flujograma sobre el proceso metodológico de medición de carbono.

### **3.5.1. Fase preparatoria**

#### **3.5.1.1. Selección del área de estudio**

El área de estudio se eligió teniendo en cuenta la cuenca del Aguaytía en base a la red hidrográfica y curvas de nivel (Figura 5); se trabajó con zonas donde las características de fisiografía son homogéneas para lo cual se utilizó un mapa base elaborada a partir de dos imágenes satelitales (cobertura y suelos).

En la evaluación de la transición del bosque: pasto, palma aceitera en la cuenca del Aguaytía buscando las posibles zonas de estudio. Para ello se hizo la selección del área de estudio a nivel de la cuenca encontrándose que existían dos posibles zonas:

#### **Zona 1: Irazola, Curimaná y Campo Verde**

Existen mosaicos que representan la transición con una antigüedad mayor a 10 años, la topografía del estudio es plana y posee un continuo mosaico del color de los suelos en toda la zona.

#### **Zona 2: Padre Abad, Aguaytía, San Alejandro**

No presentan plantaciones de palma aceitera debido a las condiciones de terreno. La mayor parte del área de la cuenca es apta para la producción forestal pero muestran limitaciones en la calidad del suelo, la

topografía del terreno es accidentada, disectada con picos altos y pendientes pronunciadas (GOREU, 2004).

Motivo por el cual se ha decidido hacer el estudio en el corredor Neshuya – Curimaná, debido al cambio de bosque a pasto y de pasto a palma, porque es un cambio importante para la región Ucayali y los trópicos. En el pasado muchas tierras han sido cambiadas a pastizales; hoy en día, con el apoyo del Gobierno Local y Regional el cambio del uso de la tierra se impone a establecer más plantaciones de palma aceitera, debido a que genera rentabilidad y luego se realizó encuestas para verificar los datos del sistema.

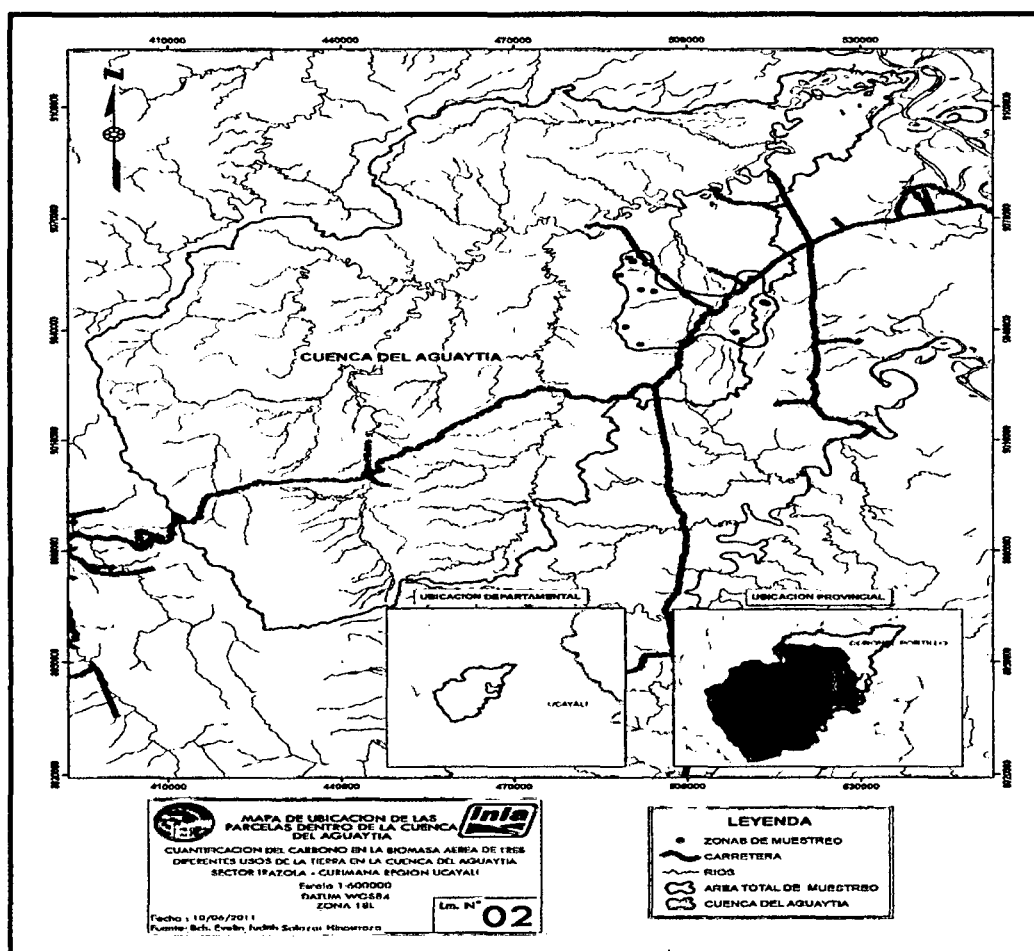


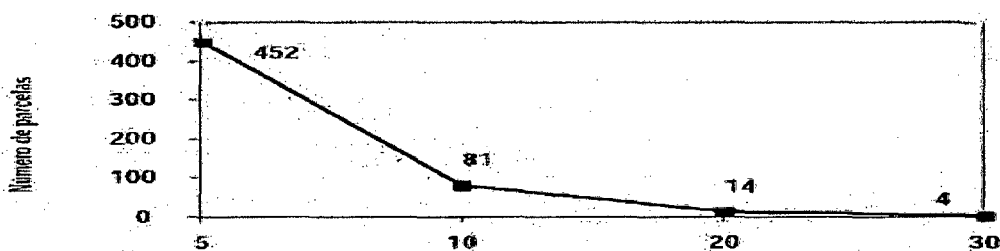
Figura 5. Ubicación del área de evaluación dentro de la cuenca del Aguaytía.

Finalmente, el área total de la cuenca del Aguaytía es 1'135,290.7 ha, que comprenden las provincias de Padre Abad y Coronel Portillo, el área de influencia delimitado para la evaluación de este estudio es 4,5034.5 ha; el área dentro de la cuenca es 40,620.4 ha y el área fuera de la cuenca es 4,414.1 ha; se evaluó el 3.6% de la cuenca del Aguaytía.

### 3.5.1.2. Determinación del número de parcelas a evaluar (n)

De acuerdo al manual para la evaluación del almacenamiento de carbono en diferentes sistemas del uso de la tierra (AREVALO *et al.*, 2003) y la guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales (RUGNITZ *et al.*, 2009) se siguió cuatro pasos:

**Paso 1)** Selección del nivel de precisión deseado: El nivel de precisión exigido tendrá un efecto directo sobre los costos del inventario. Usualmente, para proyectos forestales se utiliza un nivel de precisión (error de muestreo) de +/-10% del valor promedio de carbono a un nivel de confianza de 95%<sup>1</sup>, sin embargo los proyectos del tipo MDL forestal en pequeña escala pueden utilizar hasta +/- 20% (Emmer, 2007; citado por RUGNITZ *et al.*, 2009).



Fuente: IPCC (2003).

Figura 6. Nivel de precisión para la determinación de parcelas.

\*Se tomaran datos de varianza de la region Ucayali, de las provincias Padre Abad y Coronel Portillo.

**Paso 2)** Seleccionar el área para la toma de datos preliminares:

Antes de determinar el número de parcelas requeridas para la medición y monitoreo de carbono con determinado nivel de confianza se debe obtener primero un estimado de la variancia existente para cada tipo de depósito (ej.: carbono en la biomasa aérea) en cada estrato. Dependiendo de la ocurrencia de un mismo estrato en el área del proyecto, cada estrato deberá tener muestras de más de un área (repetición) para que los resultados tengan validez estadística, se recomienda inicialmente establecer de cuatro a ocho repeticiones por cada estrato (AREVALO *et al.*, 2003).

**Paso 3)** Estimar el promedio, desviación estándar y variancia del

stock de carbono de datos preliminares:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \quad S = \sqrt{S^2}$$

Promedio

Varianza

Desviación estándar

**Paso 4)** Calcular el número de parcelas requeridas: Una vez

conocida la variancia estimada en cada estrato, la superficie de cada estrato, el nivel de precisión deseado y el error del estimado (referenciado en el nivel de confianza seleccionado) se puede calcular el número de parcelas necesarias.

La fórmula genérica para el cálculo del número de parcelas se presenta a continuación (Emmer, 2007, citado por RUGNITZ *et al.*, 2009):

$$n = \frac{(N * S)^2}{\frac{N^2 * E^2}{t^2} + N * S^2}$$

Fórmula para un único estrato

$$n = \frac{(\sum_{h=1}^L N_h * S_h)^2}{\frac{N^2 * E^2}{t^2} + (\sum_{h=1}^L N_h * S_h^2)}$$

Fórmula para más de un estrato

Donde:

$n$  = Número de parcelas

$N$  = Número de parcelas en el área del estrato (área del estrato dividido por el tamaño de la parcela en ha).

$s$  = Desviación estándar del estrato

$E$  = Error permitido (promedio  $\times$  nivel de precisión seleccionado). Como fue visto en el paso anterior el nivel de precisión recomendado es de  $\pm 10\%$  (0.1) del promedio, pero puede llegar a  $\pm 20\%$  (0.2).

$t$  = Muestra estadística de la distribución  $t$  para un nivel de 95% de confianza (generalmente se utiliza 2 como número de muestra).

Para el presente estudio se consideró los siguientes datos por medio de muestreos preliminares de biomasa aérea se utilizó parcelas de 40 x 50 cm, se determinó los siguientes valores:

Área de estudio	= 45,034.5 ha
Área de la parcela	= 0.2 ha (40 x 50 m)
Promedio de stock de carbono	= 120.3 tC/ha
Desviación estándar del estrato ( $s$ )	= 18.1 tC/ha
Muestra estadística de la distribución ( $t$ )	= 2
Nivel de precisión seleccionado	= 15 % (0.15)

Calculando el área del estrato (N): (área del estudio/tamaño de la parcela = 45,034.5/0.2) = 225,172.67 ha.

El error permitido (E): (promedio del stock de carbono por nivel de precisión seleccionado) = 120.3 x 0.15 = 18.045. Finalmente se calculó el número de parcelas requeridas para la muestra del estrato:

$$n = \frac{(225,172.671 * 18.1)^2}{\frac{225,172.671^2 * 18.045^2}{2^2} + 225,172.671 * 18.1^2} = 4$$

Para tener mayor confiabilidad en el estudio se optó por realizar 6 parcelas para cada sistema de uso de tierra.

### **3.5.2. Fase campo**

#### **3.5.2.1. Selección y ubicación de las parcelas**

En base a las áreas determinadas en los puntos anteriores, se realizó diferentes incursiones exploratorias en el área de evaluación seleccionada dentro de la cuenca, donde se visitó a los propietarios que conservan alguno de los tres sistemas del uso de la tierra seleccionadas, además se consideró criterios expuestos en el manual del proyecto: Reducción de las emisiones de la deforestación y degradación mediante alternativas del uso de las tierras en los bosques tropicales - REDD Alert, siendo :

- Sitios localizados en posiciones topográficas similares.



- Sitios con historia aclarada, que no experimentaron otro uso que el estado original (la referencia) y el estado actual.
- Usos de las tierras bien establecidas ( $\geq 10$  años). Porque a partir de esta edad hay predominancia de raíces finas del cultivo principal, las otras raíces del bosque ya se perdieron.
- Seis repeticiones para cada uso de la tierra.
- Sitios parecidos en cuanto a las propiedades físicas del suelo.
- Los sectores de evaluación, deben estar en cercanía (Cuadro 14).

Cuadro 14. Distancias mínimas y máximas entre SUT.

Cluster	Distancia (m)		Promedio (m)
	Mínima	Máxima	
1	2,431.6	8,514.6	5,473.1
2	1,150.6	2,002.7	1,576.6
3	628.0	7,362.0	3,995.0
4	2,303.9	8,042.9	5,173.4
5	5,403.6	10,717.1	8,060.4
6	5,537.5	6,152.7	5,845.1
Promedio final			5,020.6

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.2.2. Establecimiento de cluster de evaluación

Para el estudio se ha tomado cada caserío como cluster, tal como se muestra en la Figura 7. En cuanto a las distancias entre sistemas (bosque

primario remanente, pasto y palma aceitera) que conforman un mismo cluster se tiene valores entre 628 a 10 717.1 m, teniendo un promedio de 5,020.6 m.

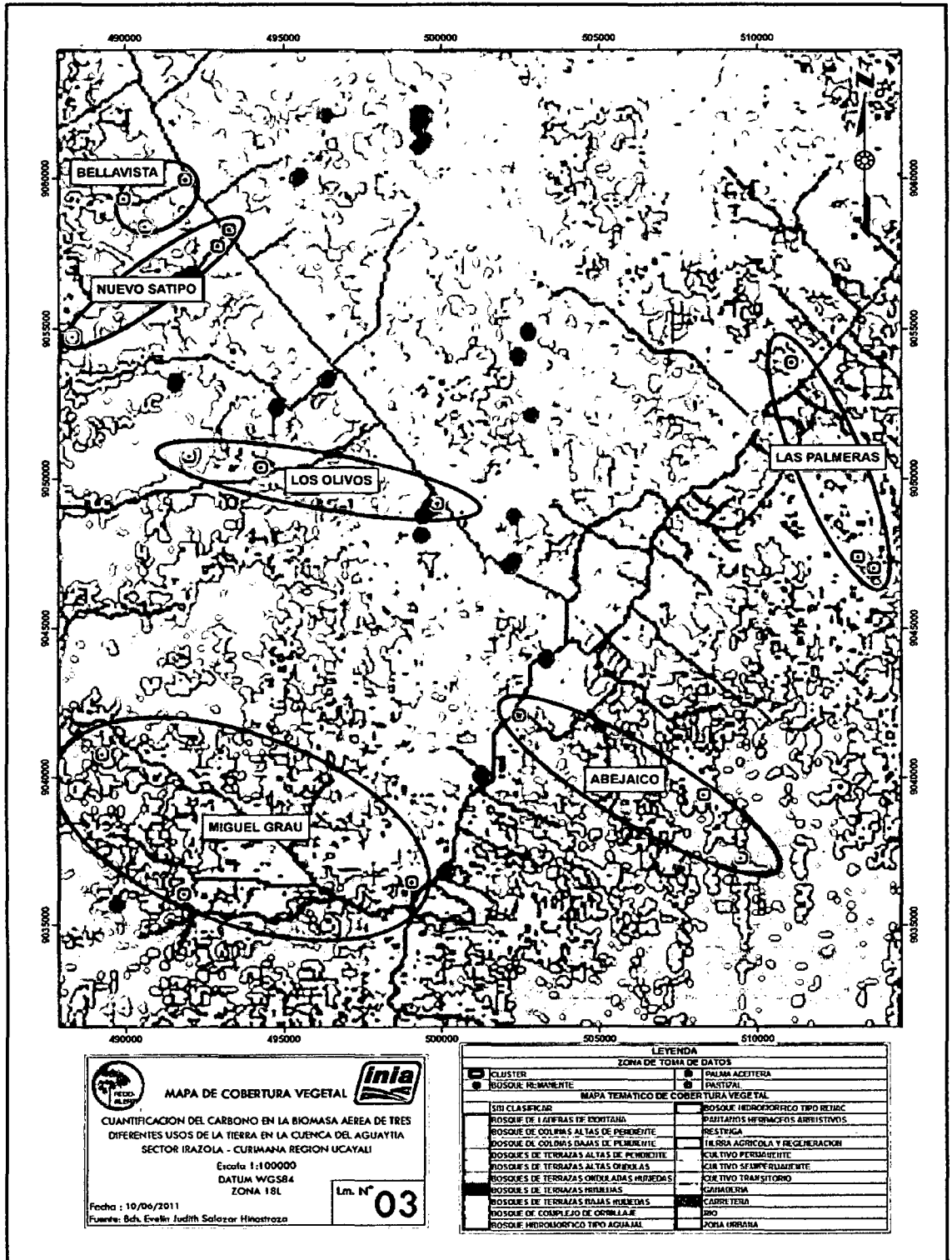


Figura 7. Ubicación de los cluster dentro del área de evaluación.

Como resultado final, la muestra establecida establecida para esta investigación es de 18 parcelas distribuidas en 6 clúster (Cuadro 15).

Cuadro 15. Área de los sistemas de uso de la tierra dentro de los clúster.

Nº	Clúster	Sistema de uso de tierra	Área (ha)
1		Bosque remanente	83.0
2	Abejaico	Palma aceitera	5.0
3		Pastizal	14.9
4		Bosque remanente	88.2
5	Bellavista	Palma aceitera	3.0
6		Pastizal	15.1
7		Bosque remanente	45.4
8	Las Palmeras	Palma aceitera	6.1
9		Pastizal	6.2
10		Bosque remanente	84.9
11	Los Olivos	Palma aceitera	21.1
12		Pastizal	80.1
13		Bosque remanente	39.0
14	Miguel Grau	Palma aceitera	10.7
15		Pastizal	9.6
16		Bosque remanente	23.0
17	Nuevo Satipo	Palma aceitera	5.1
18		Pastizal	9.7
Total			550.1

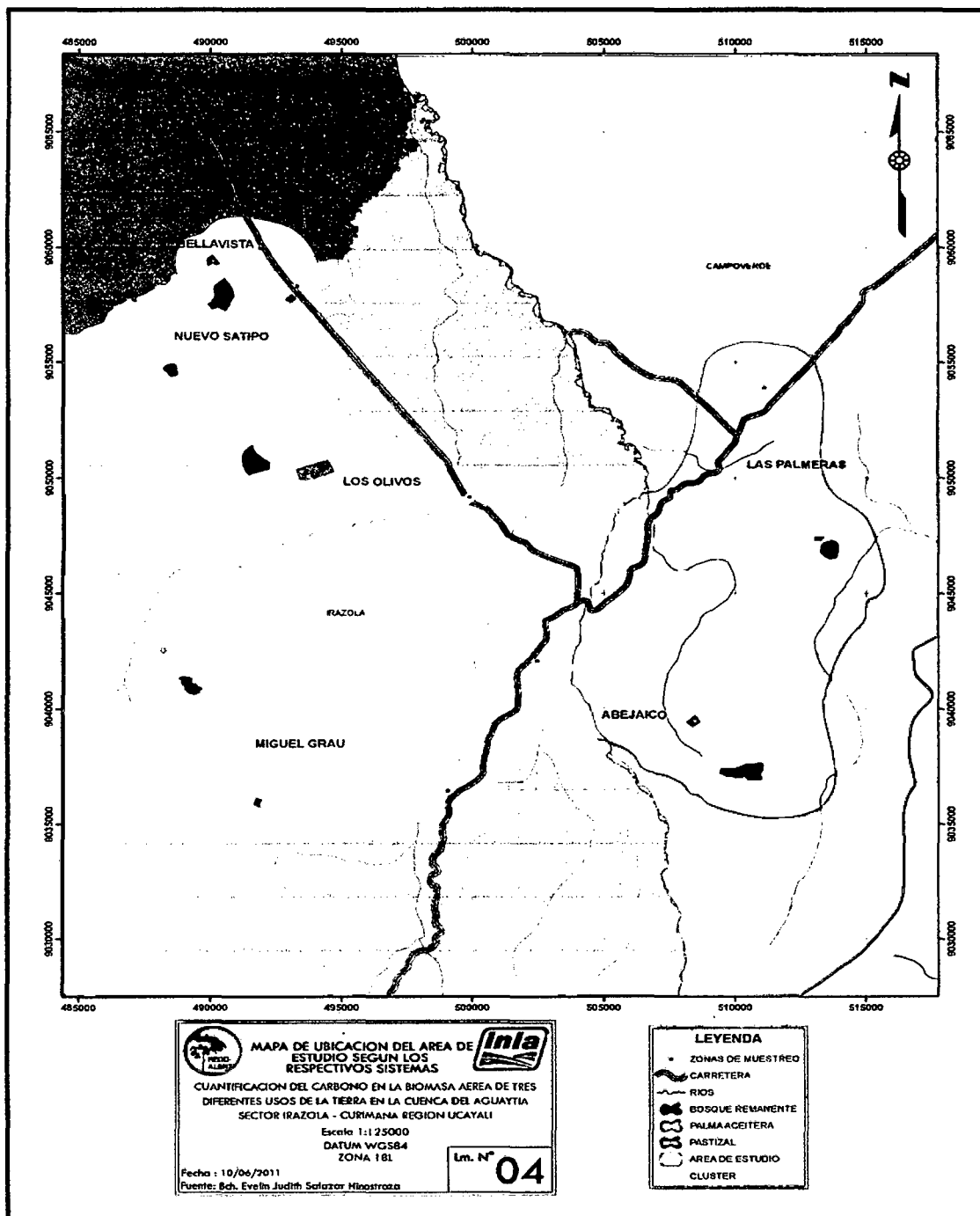


Figura 8. Ubicación y área de los SUT dentro del área de evaluación.

### 3.5.2.3. Establecimiento de la parcela de evaluación

Ubicamos el punto central de la zona intocable de la calicata (Z) y con la ayuda de una brújula se ubicó el norte magnético y se avanzó 45° para

obtener el rumbo, con una cinta métrica y jalones señalizados se establecieron cuatro parcelas experimentales, metodología sugerida por LOUMAN (2002) de parcelas rectangulares anidadas por una esquina en común (Figura 9). Se delimitó los primeros 20 m de la línea base de la misma forma se hizo para el otro extremo, completando así los 40 m. Se cerró la parcela de 40 m x 50 m, dentro de ésta, delimitamos la parcela de 20 m x 20 m, separamos la parcela de 10 m x 20 m y la sub parcela de 5 m x 5 m. De forma aleatoria se ubicaron los 3 cuadrantes de 2 m x 1 m, finalmente se delimitó el transecto de 5 m x 40 m.

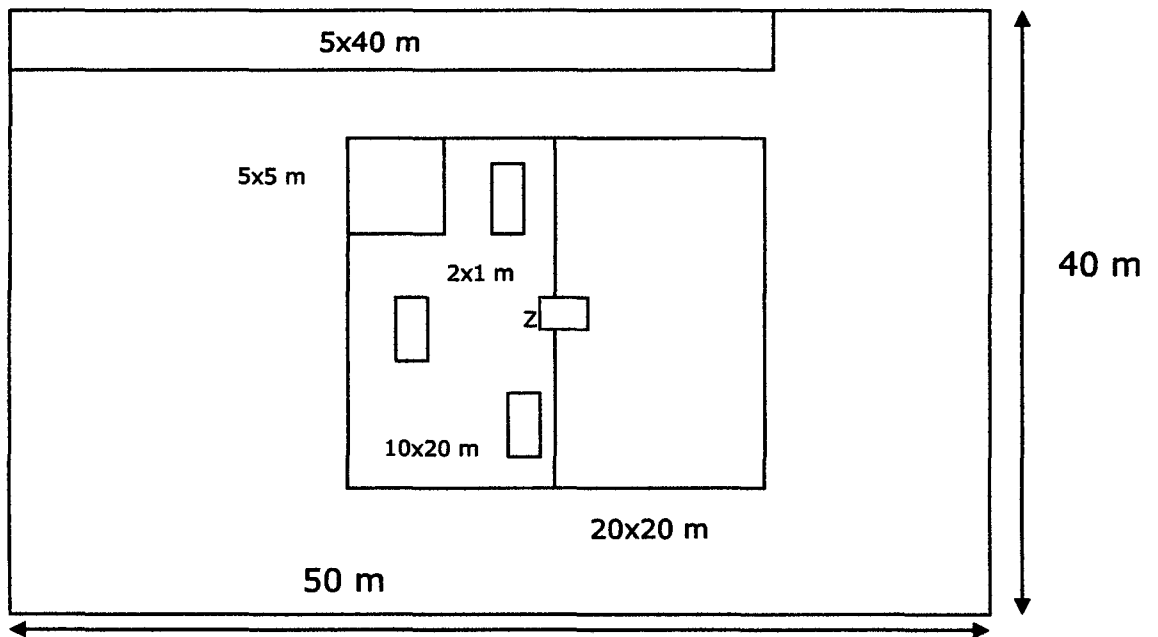


Figura 9. Diagrama de la parcela de muestreo que se utilizó para el estudio.

El equipo de trabajo estuvo compuesto de un matero experto en reconocimiento de especies, un técnico de campo, un jefe de brigada y un chofer; todos debidamente capacitados. Para evitar demoras o pérdida de tiempo se optó por llevar los alimentos a campo, teniendo en cuenta toda la logística, además de los materiales preparados. También se tuvo en cuenta la conservación de las muestras, por lo que se optó por transportarlas dos veces

a la semana al laboratorio para su respectivo procesamiento. En toda la evaluación se anotó todas las observaciones por mas insignificantes que estas podrían ser.

#### **3.5.2.4. Evaluación de la biomasa aérea total**

##### **Evaluación de la biomasa arbórea**

En cada parcela se realizó un inventario de las especies arbóreas, incluyendo lianas, bejucos y palmeras, midiendo y estratificándolas por diámetro a la altura del pecho (DAP, 1.30 m) y altura total (H), (SABOGAL *et al.* (2004):

- Árboles maduros (árboles con DAP mayor a 30 cm) medidos en la parcela de 40 m x 50 m.
- Fustales (árboles con DAP mayor a 10 cm) medidos en la parcela de 20 m x 20 m.
- Latizales altos (árboles de 5 cm a 9.9 cm de DAP) medidos en la subparcela de 10 m x 20 m.
- Latizales bajos (leñosas con diámetro de 1.5 cm hasta 4.9 cm de DAP, medidos a 20 cm de altura de la planta a ras del suelo) en la sub parcela de 5 m x 5 m.

El instrumento utilizado para medir el diámetro del fuste a la altura del pecho fue la cinta diamétrica, algunas veces la forcípula o el vernier según

conveniencia. A 8 metros de distancia de la base del árbol como mínimo, se realizó la estimación de la altura total de los árboles grandes en el bosque y los pequeños con la wincha de bolsillo. Por otro lado, en caso de pastizales y cultivos en áreas despejadas, se utilizó el clinómetro u hipsómetro (12 m de la base del árbol). Finalmente se anotó el nombre común, de preferencia se anotó otros nombres locales con la finalidad de determinar el nombre científico, si no se pudo identificar la especie, se anotó características como la forma de la raíz, corteza externa, presencia de resina, olores característicos, etc., con la finalidad de llegar a identificación a nivel de la familia.

En caso de las plantaciones de palma aceitera, se midió el diámetro total (incluyen los raquis adheridos), la altura del estípite y se realizó un conteo general de las hojas frescas. Se registró el peso total de una hoja (separando los folíolos del raquis) y se tomó una sub muestra, debidamente codificada para llevar al laboratorio, además se realizó un inventario y colecta de especies epífitas que crecen en los estípites en 2 m a la redonda desde la base de la planta en tres plantas seleccionadas según cobertura (denso, medio y ralo), registrando el peso total por separado y tomando una sub muestra debidamente codificada y asegurada para el laboratorio.

### **Evaluación de biomasa en la vegetación arbustiva – herbácea**

Se realizó por muestreo directo aleatorio en tres cuadrantes temporales, establecidos por un marco de 2 m<sup>2</sup>. El proceso consistió en sacar al azar tres fichas de la bolsa, con la finalidad de tener muestras aleatorias,

luego se verificó en la tabla de apoyo cuál es el respectivo lugar en la parcela de 10 m x 20 m, se realizó el reconocimiento de las especies en nombre común, luego se cortó a nivel del suelo, y se registró el peso fresco total, se extrae una submuestra de peso conocido (300 g) colocados en una bolsa de polietileno, debidamente codificado, según sector, sistema, componente y número de muestra.

### **Evaluación de biomasa en la hojarasca y madera muerta**

**Hojarasca y detritos.-** Una vez cortado la vegetación herbácea y arbustiva, se recolectó toda la hojarasca, detritos y ramitas menores de 5 cm de diámetro acumulados en los cuadrantes de 2 m<sup>2</sup>, evitando recoger suelo y raíces, por tanto se tuvo que colocar en un plástico y sacudir para que el suelo se quede en la base, luego colocar en un costal para pesar toda la muestra, si esta pasó los 5 kg, se construye un trípode artesanal con la finalidad de tener mayor precisión en el pesado y se toma una submuestra de valor arbitrario (300 g), colocado en una bolsa de polietileno debidamente codificado.

### **Biomasa en madera muerta**

Se evaluó todos los individuos dentro del transecto 5 m x 40 m, midiendo la longitud y el diámetro mayor de 5 cm de los troncos con la forcípula (dos medidas), árboles muertos en pie y tocones mayores de 10 cm. Asimismo se estimó el grado de descomposición de la madera según la clasificación de CHAO y PHILLIPS (2005):



- Duro: Hay más del 75% de la madera esta intacta, puede tratarse de un tronco recientemente caído.
- Intermedio: El tronco ha experimentado alguna decadencia y se encuentra algo descompuesto.
- Podrido: Hay más del 75% de madera blanda y descompuesta.

Es recomendable en lo posible reconocer a la especie por medio de la madera, con la finalidad de obtener la clasificación de las densidades.

### **3.5.3. Fase laboratorio**

#### **3.5.3.1. Procesamiento de muestras en la biomasa aérea**

##### **Procesamiento de muestras de la biomasa arbórea**

En caso de las hojas y epifitos de la palma aceitera, los 300 g de la sub muestra separados se colocó en bolsas de papel número 20, debidamente codificado tal como lo llevaba la bolsa de polietileno, se registra el peso en una balanza analítica y se anotó a un costado de la bolsa, para finalmente desecar en una estufa a 90 °C hasta obtener el peso seco constante.

Para determinar el peso de la ceniza, se trituró la materia seca obtenida al desecar en el horno, con la ayuda de un molino especial, luego se separó 3 g de esta muestra y se colocó en una bolsa de polietileno pequeña, luego se depositó en un crisol, para ser llevado a la mufla a 240 °C por un

espacio de 48 horas, hasta que se convierta en cenizas. Finalmente se pesó cuidadosamente en una balanza analítica digital, con la finalidad de continuar con los cálculos en gabinete.

### **Procesamiento de muestras en la biomasa arbustiva – herbácea**

Se siguen los mismos pasos tal como se hizo en las hojas y epífitos de la palma aceitera.

### **Procesamiento de muestras en la madera muerta**

Para el caso de la hojarasca y detritos también se siguen los mismos pasos que en los dos puntos anteriores, sin obviar ningún detalle.

## **3.5.4. Fase de gabinete**

### **3.5.4.1. Cálculo de la biomasa y carbono aéreo total**

#### **Cálculo de la biomasa y carbono arbóreo**

Se utilizó el método indirecto, considerando ecuaciones alométricas ya existentes, en función del tipo de bosque, vegetación y tipo de componente (RUGNITZ *et al.*, 2009). Se estimó la biomasa de cada árbol individual en kg (B), la ecuación alométrica se determinó mediante la comparación de características ambientales y ecológicas con la zona de estudio.

Cuadro 16. Ecuaciones alométricas designadas para masas boscosas.

Ecuación alométrica	R <sup>2</sup>	Rango del DAP (cm) y n	Localidad / Zona de Vida	Fuente
$B = \exp(-2.41 + 0.95 \cdot \ln(D^2 \cdot H \cdot \rho))$		10 – 130 (168)	Bosques tropicales húmedos Bh-t	Brown <i>et al.</i> , 1989
$B = \rho \cdot \exp(-1.499 + 2.1481 \cdot \ln(D) + 0.207 \cdot \ln(D^2) - (-0.0281 \cdot \ln(D^3)))$ (a)	0.99	5 – 156 (1505)	Bosques Tropicales de Brasil, Guyana, India, Indonesia, Venezuela y Malasia	Chave <i>et al.</i> , 2005
$B = \exp(-2.977 + \ln(\rho \cdot D^2 \cdot H))$ (b)			20 sitios del trópico en América, Asia y Oceanía zonas de vida (Bh-t)	Chave <i>et al.</i> , 2005
$B = \exp(2.68 + 1.805 \cdot \ln(D) + 1.038 \cdot \ln(H) + 0.377 \cdot \ln(\rho))$ (c)	0.99	5 -156 (1808)	28 sitios del trópico en América, Asia y Oceanía zonas de vida (Bh-t)	Chave <i>et al.</i> , 2005
$B = \exp(-1,083 + 2,266 \cdot \ln(D) + \ln(\rho))$ (d)	0.99	5 -156 (2410)	trópico en América, Asia y Oceanía zonas de vida (Bh-t)	

Donde: B= biomasa (kg/árbol), D= DAP en cm., H= altura total del árbol (m),  $\rho$ = densidad específica de la madera (g/cm<sup>3</sup>) y n = número de árboles evaluados en el estudio.

Fuente: CHAVE *et al.*, (2005).

CHAVE *et al.* (2005) utilizaron datos de 28 sitios en los bosques tropicales a través de una amplia gama de latitud (12° S a 25° N) para desarrollar un modelo alométrico de los trópicos para la masa de árboles sobre la base de DAP, altura total, y la densidad de la madera. Los modelos fueron

separados por los bosques secos, húmedos y muy húmedos de acuerdo con la clasificación de zonas de vida según HOLDRIDGE *et al.* (1971).

Ecuaciones basadas en 2,410 árboles de todos los bosques tropicales

$\langle AGB \rangle_{est} = \exp(-2.187 + 0.916 \times \ln(\rho D^2 H))$	Con datos de altura	
$\equiv 0.112 \times (\rho D^2 H)^{0.916}$		
$\langle AGB \rangle_{est} = \rho \times \exp(-0.667 + 1.784 \ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.0281(\ln(D))^3)$	Sin datos de altura	Bosques secos (<1500 mm a <sup>-1</sup> )
$\langle AGB \rangle_{est} \equiv \exp(-2.977 + \ln(\rho D^2 H)) \equiv 0.0509 \times \rho D^2 H$	Con datos de altura	
$\langle AGB \rangle_{est} = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148 \ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.0281(\ln(D))^3)$	Sin datos de altura	Bosques estacionales (1500 - 3500 mm a <sup>-1</sup> )
$\langle AGB \rangle_{est} = \exp(-2.557 + 0.940 \times \ln(\rho D^2 H))$	Con datos de altura	
$\equiv 0.0776 \times (\rho D^2 H)^{0.940}$		
$\langle AGB \rangle_{est} = \rho \times \exp(-1.239 + 1.980 \ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.0281(\ln(D))^3)$	Sin datos de altura	Bosques lluviosos (>3500 mm a <sup>-1</sup> )

CHAVE *et al.* (2005)

Para la elección de la ecuación, se tomo en cuenta lo siguiente; un alto coeficiente de determinación ( $R^2$ ), su lógica biológica y las variables predictorias más importantes de la biomasa aérea de un árbol y el tipo de bosque tropical, de acuerdo con los niveles de precipitación de 1500 – 3500 mm/año. (Similares a la zona de estudio). Por tanto la ecuación escogida es la siguiente:

$$Y = \exp(-2.977 + \ln(\rho x D^2 x H)) \quad (1)$$

Como primer punto se realizó la identificación de las especies evaluadas, utilizando el diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú (BRACK, 1999), inventarios realizados en la Región Ucayali, y se corroboró la escritura correcta de los nombres científicos y familias (MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2011).

Luego se obtuvo la densidad de la madera de los individuos muestreados a nivel de género y especie, en Global Wood Density Data base generado por ZANNE *et al.* (2009) y para las especies no reconocidas se tomó el promedio de densidad de especies para zonas tropicales, estimada en 0.64 g/cm<sup>3</sup>. Luego se calculó la altura estimada de los individuos utilizando una ecuación relacionada al diámetro, tal como lo recomienda HONORIO (2009):

$$H = 11.312 \times \ln(\text{DAP}) - 12.344 \quad (2)$$

Para el cálculo de la biomasa de los arbustos menores de 5 cm. de diámetro que se encuentran en los pastizales se utilizó la ecuación alométrica generada por NASCIMENTO y LAURANCE (2002):

$$Y = \exp(-1.7689 + 2.3770 \times \ln(D)) \quad (3)$$

Se seleccionó este modelo porque consideró el DAP como variable y mostró alto coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.95$ ) y bajo índice de sesgo (0.9 %).

Con respecto a la biomasa de lianas y bejucos se utilizaron los datos de 17 individuos de cosecha destructivas llevadas a cabo en el Neotrópico: Río Negro de la Cuenca de Venezuela (PUTZ, 1983).

$$B = \exp[0.12+0.91 \times \ln(D)] \quad (4)$$

Para determinar la biomasa de las palmeras en el bosque se utilizó la ecuación alométrica generada por FRANGI y LUGO (1985):

$$B = 4.5+7.7 \cdot H \quad (5)$$

Con respecto a la biomasa de la palma aceitera se utilizó la ecuación alométrica generada por TIEPOLO *et al.* (2002):

Cuadro 17. Ecuaciones alométricas analizadas para estimar la biomasa aérea de palma aceitera.

Ecuación	Autor	R <sup>2</sup>	Rango
$B=0,3999+7,907 \cdot H$	Tiepolo <i>et al.</i> (2002)	0.75	1-33
$B=6,6666+(12,826 (D^{0.5}) \cdot \ln(D))$	Brown <i>et al.</i> (2005)	-	-
$B=\exp(((5,7236+0,9285 \cdot \ln(D^2)) \cdot 1,05001)/103)$	Hughes <i>et al.</i> (1999)	0.82	-
$B=\exp(-6,3789-0,877 \cdot \ln(1/(D^2))+2,151 \cdot \ln(H))$	Saldarriaga <i>et al.</i> (1988)	0.89	-

Donde: B= biomasa total (kg/árbol), D= DAP en cm, H= altura total del árbol (m).

Fuente: VIEIRA *et al.* (2008).

$$B=0.3999+7.907*H \quad (6)$$

Se eligió esta ecuación porque tiene 0.75 de  $R^2$ , además que utiliza como variable paramétrica la altura, que es más fácil de ser medida, contrario al diámetro ya que por la adición de los pecíolos de las hojas en el tallo, el diámetro medido no es el real.

En cuanto a la determinación del valor de carbono fijado total, varían en muchos estudios consultados, principalmente debido a la utilización de diferentes factores para la estimación de C en la biomasa seca. Unos utilizan el factor de 0.45, recomendado por BROWN *et al.* (1989). CHACON *et al.* (2007) utilizó un factor de manera experimental (0.465). Mientras que algunos estudios utilizan el factor por defecto establecido por el IPCC, 2007 de 0.50. Para el estudio se utilizó este factor, ya que el IPCC se basa en muchos estudios a nivel mundial; con un análisis detallado establecen este factor.

Para el cálculo del porcentaje de carbono de las hojas y epífitos en palma aceitera, se utilizó la metodología sugerida por DE LA CRUZ (2010), que de detalla en la vegetación arbustiva herbácea.

Luego, para calcular la cantidad de biomasa por hectárea, se sumó la biomasa de todos los árboles medidos y registrados en la parcela (RUGNITZ *et al.*, 2009).

$$B_A = \left( \sum_{AU} / 1000 \right) * (10000 / \text{área de la parcela}) \quad (7)$$

Donde:

$BA$  = Biomasa arbórea sobre el suelo (t/ha).

$\sum_{AU}$  = Sumatoria de la biomasa arbórea de todos los árboles de la parcela (kg/área de la parcela).

Factor 1000 = Conversión de las unidades de la muestra de kg a t.

Factor 10000 = Conversión del área (m<sup>2</sup>) de hectárea.

Para el cálculo del carbono en la biomasa aérea por hectárea, seguimos lo siguiente:

$$AC_{BA} = (B_A * CF) \quad (8)$$

Donde:

$AC_{BA}$  = Cantidad de carbono en la biomasa sobre el suelo (tC/ha).

$B_A$  = Biomasa arbórea sobre el suelo (t/ha).

$CF$  = Fracción de carbono, valor estándar del IPCC es 0.5.

### **Cálculo de la biomasa y carbono en la vegetación arbustiva - herbácea**

Para el cálculo de la biomasa o materia seca de la muestra, se utilizó la siguiente fórmula:

$$MS = \left( \frac{PS}{PF} \right) \times PFT \quad (9)$$



Donde:

Ms = Materia seca de la muestra o biomasa (g/2m<sup>2</sup>).

PS = Peso ó materia seca de la sub-muestra llevada para la determinación del % de humedad (g).

PF = Peso ó materia fresca de la sub-muestra llevada para la determinación del % de humedad (g).

PFT = Peso ó materia fresca total de la muestra (g/2 m<sup>2</sup>).

Para el cálculo del porcentaje de carbono de la muestra seca, se utilizó la siguiente formula, tal como lo recomienda (DE LA CRUZ, 2010):

#### **Porcentaje de materia orgánica**

$$\% MO = \left( \frac{Ps - PCz}{Ps} \right) \times 100 \quad (10)$$

Donde:

%MO = Porcentaje de materia orgánica (%).

Ps = Peso seco de la muestra (g).

PCz = Peso de ceniza (g).

#### **Porcentaje de carbono**

$$\% C = \frac{\% MO}{2.22} \quad (11)$$

Donde:

%C = Porcentaje de carbono en la muestra (%).

### Carbono en la muestra

$$C = MS \times \% C \quad (12)$$

Donde:

C = carbono almacenado (g).

MS = Materia seca o peso seco total de la muestra (g).

Para calcular la cantidad de carbono en la biomasa de la vegetación no arbórea por hectárea, se parte de calcular a partir del tamaño del marco ( $2m^2$ ), convirtiendo las unidades de la muestra de gC a tC (dividiendo entre 1000000).

$$\Delta C_{BN} (tC/ha) = (10000 m^2 / 2 m^2) \times (XM / 1000000) \quad (13)$$

Donde:

$\Delta C_{BN}$  = Cantidad de carbono en la biomasa de vegetación no arbórea (tC/ha).

XM = Promedio de la cantidad de carbono de todas las muestras (gC/ $2m^2$ ).

Factor 1000000 = conversión de las unidades de masa en gramos a toneladas

Factor 10000 = conversión del área de  $m^2$  a hectárea.

## Cálculo de biomasa y carbono en hojarasca y madera muerta

### Hojarasca y detritos

Para el cálculo de la biomasa y carbono en la hojarasca y detritos se siguió los mismos pasos utilizados anteriormente en la biomasa arbustiva - herbácea.

### Madera muerta

Luego se calculó la biomasa de cada individuo en (kg/Tronco) con la siguiente ecuación según MASERA *et al.* (2000) y RUGNITS *et al.* (2009):

$$BT = (0.7854 \times D^2) \times L \times S \quad (14)$$

Donde:

BT = Biomasa de la madera muerta (kg).

D = Diámetro (cm).

L = Longitud (cm).

S = Gravedad específica (g/cm<sup>3</sup>).

Así mismo CHAO *et al.* (2008) y BAKER y CHAO (2009) mencionan que las densidades se deben obtener mediante las siguientes formulas. Para el estudio se tomaron en cuenta estas ecuaciones:

$$\rho d 1 = 1.17 [\rho BA j]^{-0.21} \quad (15)$$

$$\rho d 2 = 1.17 [\rho BA j]^{-0.31} \quad (16)$$

Donde:

$\rho_d = 1$ : densidad en deterioro de la clasificación sólida o dura ( $\text{g/cm}^3$ ).

$\rho_d = 2$ : densidad en deterioro de la clasificación intermedia ( $\text{g/cm}^3$ ).

$\rho_{BA j}$ : densidad de la madera de árboles vivos ( $\text{g/cm}^3$ ).

Para la clasificación de deterioro podrido, se utilizó el valor medio de la densidad por detritus en “clase de deterioro tres” de estudios publicados de bosques neotropicales húmedos de las tierras bajas ( $0.29 \text{ g/cm}^3$ ) como lo sugiere CHAO *et al.* (2008).

Luego se calculó el contenido de carbono multiplicando la fracción de carbono, que es de 0.5 según IPCC (2007) a la biomasa (kg) de cada individuo evaluado, se obtuvo la cantidad total de carbono en el transecto de  $2000 \text{ m}^2$ , se convirtió a t/ha.

Finalmente para determinar el carbono total almacenado del área definida en el proyecto para cada uno de los depósitos, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\Delta C \text{ proyecto} = \sum \Delta C \text{ depósitos} \quad (17)$$

Donde:

$\Delta C \text{ proyecto}$  = Cantidad de carbono total del área de proyecto definido (tC).

$\sum \Delta C \text{ depósitos}$  = Sumatoria de la cantidad de carbono total de todos los depósitos en los sistemas de uso de tierra medidos (tC).

Para calcular el carbono total de un determinado sistema de uso de tierra, simplemente se debe sumar todos los depósitos medidos.

$$\Delta C_{\text{depósitos}} = (\Delta C_{BA} + \Delta C_{BV} + \Delta C_{BM}) * \text{area del estudio} \quad (18)$$

Donde:

$$\Delta C_{\text{depósitos}} = \text{Cantidad de carbono de un determinado SUT (tC)}.$$

Área del estudio = en hectáreas (ha)

Donde los sub índices se refieren a:

BA = Biomasa arbórea (tC/ha)

BV = Biomasa arbustiva - herbácea (tC/ha)

BM = Biomasa de Hojarasca y madera muerta (tC/ha)

#### 3.5.4.2. Análisis estadístico

Debido a que la investigación fue no experimental, se realizó el análisis de varianza no paramétrico (Kruskal-Wallis, para conocer si existían diferencias en cuanto al contenido de biomasa (t/ha) y carbono (t/ha) entre las distintos sistemas de uso de tierra evaluados, además se utilizó la prueba de Dunn ( $p < 0.05$ ) para realizar las comparaciones respectivas.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Cuantificación de la biomasa aérea total por cada sistema del uso de la tierra (SUT)**

#### **4.1.1. Bosque primario remanente**

El bosque primario remanente posee un rango de 193.6 t/ha a 319.3 t/ha de biomasa aérea y el promedio es 273.5 t/ha (Cuadro 18), analizando estas cifras se observó que los bosques primarios remanentes almacenan más biomasa, comparando con otros estudios realizados en la Amazonia Peruana, se notó que existe cierta variabilidad en las cantidades almacenadas de biomasa, posiblemente debido al grado de intervención por diferentes actividades antropogénicas que generan los propios pobladores de la zona como lo indica BARBARAN (2000), quien determinó 258.4 t/ha de biomasa en un bosque primario intervenido en la zona de Sarita Colonia - Pucallpa.

Asimismo AREVALO *et al.* (2003) menciona que en ecosistemas de bosques tropicales la biomasa puede variar entre 150 y 382 t/ha. Además que existen otros factores que hacen variar a la biomasa; como la edad, la calidad del sitio, la composición de especies y la conservación del rodal, esta se estabiliza con el tiempo (GAYOSO *et al.*, 2002).

Cuadro 18. Biomasa aérea total del bosque primario remanente.

Sector	SUT	Arbórea (t/ha)	Arbustiva – herbácea (t/ha)	Hojarasca y madera muerta (t/ha)	Biomasa total (t/ha)
Abejaico	Bosque	228.2	3.3	25.4	256.8
Bellavista	Bosque	275.2	3.8	26.6	305.6
Los Olivos	Bosque	139.7	0.4	53.5	193.6
Miguel	Bosque				
Grau		234.2	3.7	11.5	249.4
Las	Bosque				
Palmeras		248.3	4.4	66.5	319.3
Nuevo	Bosque				
Satipo		284.8	1.5	30.1	316.5
Promedio					273.5

#### 4.1.2. Palma aceitera

De acuerdo a la evaluación de la biomasa aérea total de palma aceitera se tiene los rangos de 22.1 a 40.3 t/ha y un promedio de 33.9 t/ha (Cuadro 19).

La variación de esta biomasa almacenada, se debe a las labores culturales (limpieza) que se realizan en su mantenimiento, ya que unos

agricultores optan por retirar las hojas podadas de la plantación, mientras que otros las conservan acumulándolas en las calles intermedias entre plantas, las que formando bloques, dejan descomponerse naturalmente. Además se debe tener en cuenta también que no se evaluó los frutos de la palma aceitera. Otro factor que hace variar esta cantidad es la ausencia de madera muerta ya que durante el tiempo transcurrido desde la tumba del bosque primario (aproximadamente 30 años); mucha de la madera ya se encuentra descompuesta, otras fueron retiradas y utilizadas como combustible (leña).

Cuadro 19. Biomasa aérea total en palma aceitera.

Sector	SUT	Arbórea (t/ha)	Arbustiva – herbácea (t/ha)	Hojarasca y madera muerta (t/ha)	Biomasa total (t/ha)
Abejaico	Palma	13.2	1.8	24.6	39.6
Bellavista	Palma	16.7	0.9	13.7	31.4
Los Olivos	Palma	24.7	1.8	12.8	39.3
Miguel Grau	Palma	17.1	0.5	13.4	31
Las Palmeras	Palma	24.2	0.5	15.6	40.3
Nuevo Satipo	Palma	11.4	2	8.6	22.1
Promedio					33.9



### 4.1.3. Pastizal

La biomasa aérea total de los pastizales se encuentran en un rango de 5.6 a 103.8 t/ha y promedio de 44.3 t/ha (Cuadro 20); supera a lo obtenido por BARBARAN (2000) quien determinó 25.7 t/ha en un pastizal de Sarita Colonia – Pucallpa, y a lo obtenido por ALEGRE *et al.* (2002), con 23.6 t/ha para pasturas degradadas de 30 años, asimismo en pasturas mejoradas determinó 9.1 t/ha para la zona de Yurimaguas y 6.9 t/ha en pasturas degradadas de la zona de Pucallpa. El incremento se debe en gran parte a que en los estudios mencionados no tomaron en cuenta la evaluación de la madera muerta, ya que no se encontraron debido a la edad de los pastizales.

Cuadro 20. Biomasa aérea total de los pastizales.

Sector	SUT	Arbórea (t/ha)	Arbustiva – herbácea (t/ha)	Hojarasca y madera muerta (t/ha)	Biomasa total (t/ha)
Abejaico	Pastizal	1.2	13.1	6.5	20.9
Bellavista	Pastizal	-	2	101.7	103.8
Los Olivos	Pastizal	-	1	19	19.9
Miguel Grau	Pastizal	-	1.2	90.7	91.9
Las Palmeras	Pastizal	-	3	20.7	23.7
Nuevo Satipo	Pastizal	-	2.9	2.7	5.6
Promedio					44.3

## **4.2. Determinación de la cantidad de carbono aéreo en los sistemas del uso de la tierra evaluados**

### **4.2.1. Carbono en el bosque primario remanente**

La cantidad media de carbono obtenido para el bosque primario remanente es 135.5 tC/ha (Cuadro 21), esta cantidad es mayor en comparación con otros estudios realizados en la región Ucayali como BARBARAN (2000) quien obtuvo 116.3 tC/ha para un bosque primario intervenido en el sector Sarita Colonia – Pucallpa, asimismo ALEGRE *et al.* (2002) reportó 122.8 tC/ha para un bosque primario con extracción selectiva en Pucallpa.

Por otra parte CATRIONA (1998) indica que en los trópicos el carbono en sumideros superficiales varía entre 60 y 230 tC/ha en bosques primarios y entre 25 y 190 tC/ha en bosques secundarios. Esto nos demuestra que la cantidad de carbono almacenado en los componentes del bosque van reduciéndose, sobre todo del componente arbóreo debido a la mayor presión ejercida por los pobladores en su aprovechamiento selectivo de madera, además de otros factores como lo menciona FINEGAN (1997), la cantidad de biomasa se acumula por el crecimiento de los árboles en los bosques y disminuye gradualmente conforme aumenta la edad del bosque, por lo tanto, su potencial de secuestro de carbono también disminuye. Sin embargo, esto no quiere decir que los bosques en los diferentes periodos de crecimiento no fijen carbono.

Cuadro 21. Carbono aéreo total del bosque primario remanente.

Sector	SUT	Arbórea (t/ha)	Arbustiva – herbácea (t/ha)	Hojarasca y madera muerta (t/ha)	Biomasa total (t/ha)
Abejaico	Bosque	114	1.3	11.6	126.9
Bellavista	Bosque	137.6	1.5	12.2	151.3
Los Olivos	Bosque	69.9	0.2	25.5	95.5
Miguel Grau	Bosque	117.1	1.5	4.9	123.5
Las Palmeras	Bosque	124.2	1.9	32.5	158.6
Nuevo Satipo	Bosque	142.4	0.6	14.4	157.4
Promedio					135.5

La variabilidad de los contenidos de carbono se debe a las diferencias de altura y diámetro que tiene cada individuo estratificado en cada dosel del bosque, esto demuestra la relación directa entre estas dos variables paramétricas, en efecto los que se encuentran en el dosel superior son árboles maduros con diámetros mayores de 30 cm, por su gran tamaño y grosor de fuste poseen la mayor cantidad de carbono almacenado (0.6 a 1 t), destacando los sectores de Bellavista y Nuevo Satipo en comparación con los árboles más

pequeños, esto es debido a que en estos sectores aún se conservan especies de mucho valor comercial, con densidades medias a altas de la madera, lo que hace hincapié en las variaciones de carbono como lo manifiesta STERCK *et al.*, 2001 que la densidad varía según la especie.

De la misma forma LAPEYRE *et al.* (2004) y SALGADO (2004) señalan que el potencial de almacenamiento de carbono varía considerablemente dependiendo del tipo de especie, densidad de los árboles, clima, condiciones de suelo y manejo silvicultural. Asimismo ALEGRE *et al.* (2002) demuestran que la captura de carbono depende principalmente de las condiciones edafológicas y climáticas, además de la capacidad de respuestas que presenten las especies.

En cantidades globales, el componente arbóreo almacena 86.7 % (117.5 tC/ha) de carbono en bosques primarios remanentes, esto incluye todos los estratos arbóreos; árboles maduros (DAP >30 cm), fustales (DAP = 10-30 cm), latizales altos (DAP = 5-10 cm) y latizales bajos (1.5 – 5 cm de diámetro). Por otra parte ALEGRE *et al.* (2002) indican que la cantidad es 98% (120.3 tC/ha) para un bosque primario con extracción selectiva de la zona de Pucallpa, al respecto cabe señalar que en sus componentes no incluye a la madera muerta, lo mismo sucede con la evaluación que realizó en la zona de Yurimaguas para un bosque ligeramente desmontado de 40 años con 97.4% (290 tC/ha). Además IQUISE *et al.* (2010) indican el 96.7% (189.8 tC/ha) para un bosque primario de la provincia Leoncio Prado, Huánuco. En comparación

con nuestros datos, los bosques que evaluamos tienen menos edad y su aprovechamiento ha sido con mayor intensidad.

El carbono acumulado en la vegetación arbustiva herbácea en el bosque primario remanente es de 0.9% (1.2 tC/ha), comparado con lo obtenido por ALEGRE *et al.* (2002) 0.6% (0.7 tC/ha) para un bosque primario con extracción selectiva de la zona de Pucallpa, nuestras cifras superan en 0.5 tC/ha, mientras que en Yurimaguas supera ampliamente lo encontrado en un bosque ligeramente desmontado de 40 años con 1.2% (3.6 tC/ha), esto es debido a la capacidad de cobertura arbórea y hojarasca, que impide el crecimiento de hierbas y arbustos, así como lo indica HERRERA *et al.*, 2001 que el crecimiento de la vegetación causa el cierre del dosel disminuyendo la radiación al estrato bajo y eliminando la vegetación herbácea

El contenido de carbono en la madera muerta es muy variable, el mayor número de troncos y ramas caídas en los pastizales se debe la tumba, rozo y quema de árboles en un bosque primario, no obstante existen otros factores como la sombra por competencia con canopias, lianas en estratos superiores, ataques de patógenos, rayos, sequía e inundaciones (PUTZ, 1984). Otro estudio también propone la posición de la pendiente (CHAO y PHILLIPS, 2005). Asimismo las lianas causan daños al fuste de los árboles, disminución a la tasa de crecimiento, supresión a la regeneración de árboles en claros de aprovechamiento (PUTZ, 1984, CLARCK y CLARCK, 1990). De la misma forma los bejucos conectan las copas de los árboles entre sí, provocando la

caída por arrastre de plantas vecinas durante el aprovechamiento (PARREN y BONGERS, 2001).

El bosque primario remanente posee mayor capacidad de almacenaje de carbono en la hojarasca y detritos (3.9 tC/ha), representando el 2.9% del total de carbono, esto es corroborado en los estudios realizados por BARBARAN (2000) que indica 1% al 3% para un bosque primario intervenido. Mientras que Schroeder y Winjum (1995), citado por BRINGAS (2010) sugieren que la hojarasca representa apenas 5% a 6% del carbono total en bosques de Brasil. Esta variabilidad es debido a la heterogeneidad de especies que existe en los diferentes estratos del bosque, los que contribuyen con la acumulación de hojas, además que las enormes copas de los árboles grandes del dosel superior protegen de escorrentías.

#### **4.2.2. Carbono en palma aceitera**

La cantidad media de carbono obtenido es 14.4 tC/ha (Cuadro 22), comparado con lo obtenido por ALEGRE *et al.* (2002) quienes determinaron 41.4 tC/ha para la zona de Pucallpa, supera ampliamente debido posiblemente a que en nuestro estudio no tomamos en cuenta la evaluación de los frutos. Asimismo en Costa Rica LEBLANC *et al.* (2006) determinaron 22.68 tC/ha, de los cuales el 10.88 t/ha (48%) están en las hojas, y 11,8 t/ha (52%) en el tallo, y los resultados obtenidos por DE LA CRUZ (2010) a 11 años de edad (24.7 t/ha) determinado por el método destructivo. Las diferencias se deben a que existen factores que pueden incrementar o disminuir la cantidad de carbono

almacenado tal como lo manifiesta SMITH *et al.* (1997), quien menciona que la producción de biomasa y la capacidad de almacenamiento de carbono por la planta es determinada por las zonas de vida, los sitios, las especies y la etapa de desarrollo en que se encuentre la planta.

Cuadro 22. Carbono aéreo total en palma aceitera.

Sector	SUT	Arbórea (t/ha)	Arbustiva – herbácea (t/ha)	Hojarasca y madera muerta (t/ha)	Biomasa total (t/ha)
Abejaico	Palma	5.83	0.7	10.1	16.6
Bellavista	Palma	7.06	0.3	5.5	12.9
Los Olivos	Palma	10.91	0.7	5.2	17
Miguel Grau	Palma	7.24	0.2	5.3	12.8
Las Palmeras	Palma	10.7	0.2	6.5	17.4
Nuevo Satipo	Palma	5.16	0.8	3.6	9.6
Promedio					14.4

En nuestro estudio el 17.9% (2.6 tC/ha) de carbono lo almacenan los estípites de las plantas maduras de palma aceitera establecidas con una densidad de plantación de 135 plantas/ha en un rango de 11 a 19 años de edad, comparado con otros estudios realizados como MELADO (2008)

menciona que en Nigeria se encontró 1.6 t/ha para plantaciones de 7 a 22 años de edad, con una densidad de plantación de 148 plantas/ha, mientras que para Malasia es 1.1 t/ha con 6 a 18 años de edad y 122 plantas/ha, la diferencia de las cantidades almacenadas se debe a las condiciones de sitio y hábitad que existen en estos estudios.

El contenido de carbono en hojas frescas de palma aceitera es de 5 t/ha y representa el 34.5%, trabajados con un promedio de 35 hojas/planta; este componente es muy importante porque el tallo o estípote de palma solo representa el 17.9% con 2.6 tC/ha, por otro lado Lamade y Setiyo (1996), citado por MELADO (2008), encontraron valores de carbono en hojas de 12.8 – 22.2 t/ha en palmas de 8 años de edad de distintas variedades en Indonesia comparado con nuestras cifras supera ampliamente, esto quiere decir que la edad no influye en la cantidad de carbono, las plantaciones que evaluamos se encuentran entre 11 y 19 años de edad.

El contenido de carbono en epifitos que crecen en los tallos de la palma aceitera existe 0.1 t/ha representa el 0.5% del total de carbono encontrado en este sistema. Este componente es el que aporta menos cantidad de carbono si se habla de totales en el sistema palma aceitera, no existe mucha investigación sobre esto porque el valor es insignificante, pero es necesario darle la debida importancia.

El contenido de carbono total en la vegetación arbustivo - herbácea en palma aceitera es 3.4% (0.5 tC/ha). Asimismo, se puede observar que los



aportes de carbono en fuentes de biomasa no arbórea (arbustiva, herbácea y hojarasca) son en pequeñas cantidades, estos resultados coinciden con CALLO *et al.* (2001) y DUPOUEY *et al.* (1999), quien indica que los restos vegetales superficiales representan el 6%.

El contenido de carbono en hojas secas de palma aceitera se encontró 5.2 t/ha de carbono y representa el 36.2% del total de carbono en el sistema, la cantidad de hojas que forman un bloque es variable en el estudio encontramos un rango de 5 a 45 hojas y el número de bloques que existe en una plantación esta entre 3 y 8, por lo tanto, la cantidad de carbono varía muchísimo. La abundancia o la escasez de hojas en un bloque está relacionada directamente al manejo que los agricultores realizan en las plantaciones, algunos optan por picar las hojas, agregar un aditivo que acelere el proceso de descomposición, para fines de abonamiento de las mismas; otros las almacenan en forma de bloques y se descomponen lentamente de acuerdo a las condiciones del lugar. Estas hojas se descomponen por completo en 6 - 12 meses (MELADO, 2008). De cualquier forma estas hojas descompuestas forman parte del carbono, ya no en la parte aérea, sino como carbono en el suelo.

El carbono almacenado en hojarasca y detritos en palma aceitera almacena menos cantidad de carbono 1.1 tC/ha representando el 7.7% del total de carbono en este sistema, principalmente debido a la predominancia de hojas de palma podadas, además, muchos agricultores optan por depositar los racimos como plataformas en el plateado de cada planta adulta establecida,

también existen pastos que quedaron de los pastizales antes aprovechados, todo esto contribuye a una menor acumulación de carbono en la hojarasca.

#### 4.2.3. Carbono en pastizales

La cantidad media de carbono es de 21.4 tC/ha (Cuadro 23), comparado con otro estudio realizado en la Amazonía, nuestros datos superan ampliamente a lo evaluado por BARBARAN (2000) quien determinó 5.2 tC/ha en pasturas de la zona Sarita Colonia – Pucallpa, esto es debido a la presencia abundante de madera muerta que se origina del bosque talado con anterioridad (15 años). Además que la gran cantidad de madera muerta encontrada en los pastizales fueron desde la época de aprovechamiento selectivo de especies maderables, donde quedaron tocones y ramas (el fuste fue extraído del lugar); siendo estas, especies de densidad alta, su durabilidad persiste ante las condiciones de sitio, es este factor que hace variar la cantidad de carbono encontrado en los pastizales, en contraste con las plantaciones de palma aceitera en los sectores Bellavista (93.5% de 51 tC/ha) y Miguel Grau (97.6% de 45.6 tC/ha), evidentemente estos sectores tienen vestigios de aprovechamiento de Quinilla roja, Pucaquiro, Pumaquiro y Shihuahuaco.

Asimismo ALEGRE *et al.* (2002) determinaron 3.1 tC/ha en pastura degradada en la zona de Pucallpa; mientras que en Yurimaguas obtuvieron 10.6 tC/ha en pastura degradada de 30 años de edad, diferente de la pastura mejorada con *Brachiaria decumbens* de 15 años (4.1 tC/ha), del mismo modo RIOS (2007) indica 4.1 tC/ha para pastura mejorada con *Paspalum conjugatum*

de 15 años en la zona José Crespo y Castillo de la Región Huánuco, como también VIENA (2010) reporta 9.6 tC/ha para pastura de 5 años, además LAPEYRE *et al.* (2004), determinaron 2.3 tC/ha para pastura mejorada de 7 años en la Región de San Martín. Reafirmando las comparaciones con los otros estudios ya mencionados, existen otros factores que influyen en la cantidad de carbono almacenado, tales como la edad del sistema; con el paso del tiempo la madera muerta se descompone y el uso de leña como combustible por la población rural aledaña. Así como la capacidad de la cobertura (TRUMPER *et al.*, 2009).

Cuadro 23. Carbono aéreo total de los pastizales.

Sector	SUT	Arbórea (t/ha)	Arbustiva – herbácea (t/ha)	Hojarasca y madera muerta (t/ha)	Biomasa total (t/ha)
Abejaico	Pastizal	0.6	5.4	2.8	8.8
Bellavista	Pastizal	-	0.8	50.2	51
Los Olivos	Pastizal	-	0.4	9.2	9.6
Miguel Grau	Pastizal	-	0.5	45.1	45.6
Las Palmeras	Pastizal	-	1.2	9.8	11
Nuevo Satipo	Pastizal	-	1.2	1.2	2.3
Promedio					21.4

El contenido total de carbono en la vegetación arbustivo - herbáceo, es 7.4% (1.6 tC/ha), comparado con ALEGRE *et al.* (2002) quienes indican 46.2% (4.9 tC/ha) para pastizales degradados de 30 años y 43.9% (1.8 tC/ha) para pastizales mejorados con *Brachiaria decumbens* de 15 años en Yurimaguas, mientras que para una pastura degradada tienen 77.4% (2.4 tC/ha) en la zona de Pucallpa. Existe mucha diferencia, debido al tiempo de descanso que se le da al pastizal, además de la dominancia de otras especies diferentes de los pastos.

El carbono en la hojarasca y detritos en los pastizales almacenan 1.4 tC/ha (6.7%) que en su mayoría son especies de la familia poacea "pastos", comparado con ALEGRE *et al.*, 2002 quienes reportan 0.7 tC/ha para una pastura degradada de 30 años de edad en la zona de Pucallpa y 2.4 tC/ha para pastizales mejorados de 15 años de edad en la zona de Yurimaguas, nuestros resultados difieren debido al tipo de vegetación, en el primer estudio, la pastura se encuentra degradada, por tanto la capacidad de cobertura va ha ser menor, y en el segundo punto los pastos son mejorados con la especie *Brachiaria sp.*, la capacidad de cobertura es abundante que en su mayoría pueden llegar al 90% (CIAT, 1995).

En cuanto al análisis estadístico en los Cuadros 24 y 25 se muestran que las diferencias estadísticas significativas entre los distintos SUT evaluados con respecto al contenido de carbono en la parte arbórea (P-valor = 0.0004) y el contenido total por sistema (P-valor = 0.0029), por lo tanto existe evidencia estadística para afirmar que al menos una de las medianas del

sistema del uso de la tierra evaluado difiere del resto con respecto al contenido de carbono; en la parte arbustiva - herbácea y hojarasca – madera muerta se muestra que los diferentes sistemas del uso de la tierra se comportan estadísticamente iguales.

Cuadro 24. Contenido de carbono en los depósitos y total de acuerdo al sistema del uso de la tierra (Promedio  $\pm$  desviación estándar).

Sistema de Uso de Tierra	Arbórea	Arbustiva- herbácea	Madera muerta y hojarasca	Total
Bosque	117.5 $\pm$ 25.9	1.2 $\pm$ 0.6	16.8 $\pm$ 10.2	135.5 $\pm$ 24.8
Palma Aceitera	7.8 $\pm$ 2.4	0.5 $\pm$ 0.3	6.0 $\pm$ 2.2	14.4 $\pm$ 3.1
Pastizal	0.1 $\pm$ 0.2	1.6 $\pm$ 1.9	19.7 $\pm$ 21.9	21.4 $\pm$ 21.1
P- Valor	0.0004	0.1217	0.1845	0.0029

Cuadro 25. Medianas y rango promedio del contenido de carbono (t/ha) en los depósitos y total de acuerdo al sistema del uso de la tierra.

Sistema de Uso de Tierra	Arbórea		Arbustiva – herbácea		Madera muerta y Hojarasca		Total	
	Mediana	Rango	Mediana	Rango	Mediana	Rango	Mediana	Rango
Bosque	120.6	15.5 a	1.4	11.8 a	13.3	12.3 a	139.1	15.5 a
Palma aceitera	7.1	9.5 ab	0.5	5.9 a	5.4	6.7 a	14.7	7.2 a
Pastizal	0	3.5 b	1	10.7 a	9.5	9.5 a	10.3	5.7 b
P-Valor	0.0004		0.1217		0.1845		0.0029	

Rango promedio con letras diferente en la misma columna indican diferencias significativas según el test de Dunn ( $p < 0.05$ )

En la Figura 10 se observa que la mayor cantidad de carbono almacenado, tanto en la parte arbórea como el total se encuentra en el sistema de uso de la tierra bosque primario remanente y la menor cantidad almacena en el sistema pastizal, el Cuadro 25 confirma lo mencionado, mostrando además las comparaciones realizadas a través de la prueba de Dunn ( $p < 0.05$ ), con medianas de 120.65 t/ha y 139.1 t/ha contenido de carbono en la parte arbórea y total respectivamente, siendo estos valores estadísticamente iguales al sistema de uso de palma aceitera cuyas medianas son 7.15 t/ha y 14.75 t/ha del contenido de carbono almacenado en la parte arbórea y carbono total.

En cuanto al contenido de carbono en la parte arbustiva – herbácea y hojarasca – madera muerta no se observó diferencias estadísticas significativas en ninguno de los sistemas del uso de la tierra evaluados.

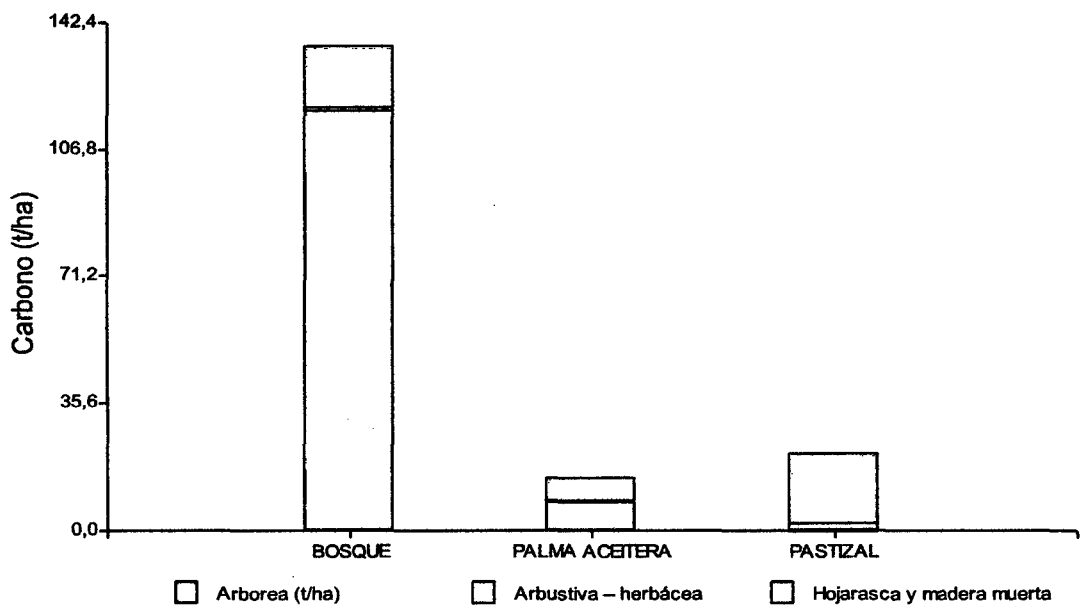


Figura 10. Carbono aéreo total almacenado en los sistemas del uso de la tierra evaluados.

### 4.3. Comparación de cambios en el stock de carbono de los Sistemas del uso de la tierra

La Figura 11 muestra los cambios en cuanto al stock de carbono en la parte arbórea, arbustiva-herbácea, madera muerta y hojarasca de acuerdo al sistema de uso de la tierra; También se puede observar que el mayor stock de carbono arbóreo almacenado, se encuentra en el bosque primario remanente el que muestra una mediana de 120.6 t/ha, tendiendo a descender en el sistema palma aceitera y pastizal a valores de 7.5 t/ha y 0 t/ha respectivamente; tal como se muestra en el Cuadro 25.

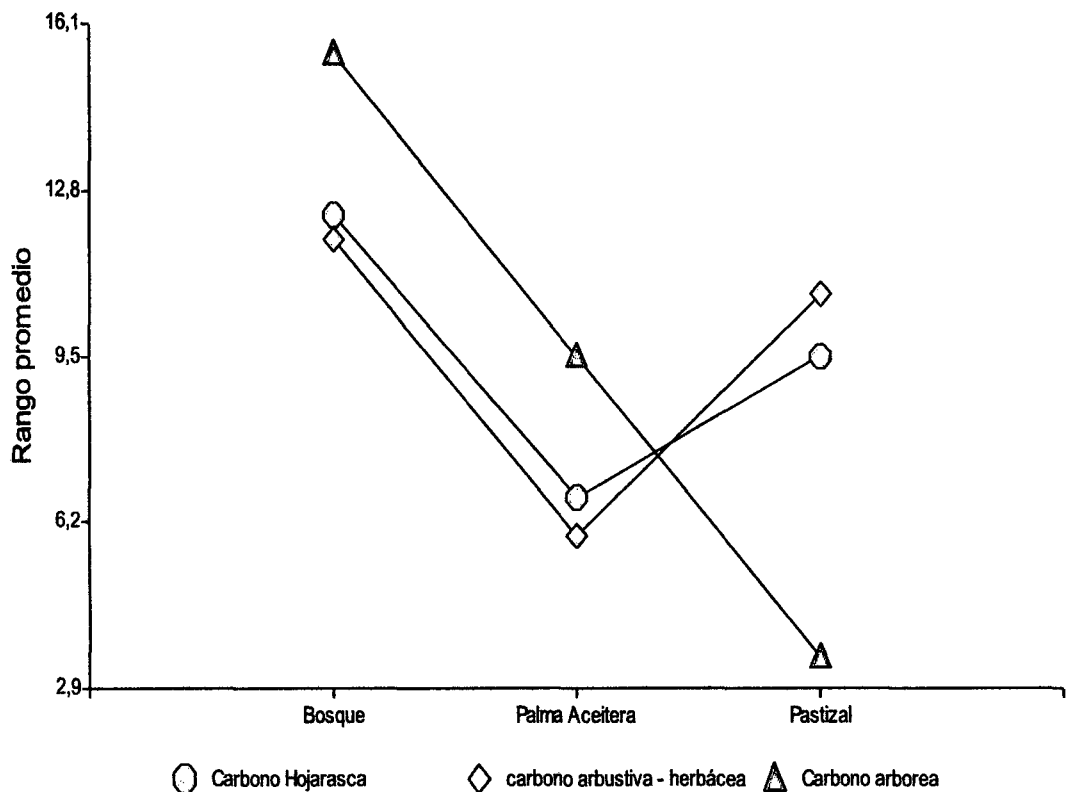


Figura 11. Contenido de carbono aéreo (rango promedio) de acuerdo al sistema del uso de la tierra evaluado.

En lo que se refiere al stock de carbono en los depósitos arbustivo-herbácea y madera muerta – hojarasca; la Figura 11 y el Cuadro 25 muestra que la mayor cantidad se logra en el bosque primario remanente con medianas de 1.4 t/ha y 13.3 t/ha respectivamente, seguido por el pastizal y palma aceitera; sin embargo los tres sistemas se comportan estadísticamente iguales.

Los diversos cambios que se realizan en el uso de la tierra por diferentes actividades antropogénicas, generan pérdidas o ganancias en el almacenamiento de carbono, haciendo un análisis utilizaremos un dato promedio de carbono en un bosque primario tropical de la región Ucayali 161.7 tC/ha (100%), cuando se hace un aprovechamiento selectivo de las maderas valiosas en el mercado se convierte en un bosque remanente lo que en el estudio se obtuvo 135.5 tC/ha, el carbono decrece a (83.9%) cuando estos se cambian a pastizales la cantidad se reduce aún más en 21.4 tC/ha (13.2%), y si se instalan plantaciones de palma aceitera se cambia en 14.4 tC/ha (8.9%), esta cantidad se mantiene constante o podría subir por la presencia de las hojas podadas que sirven como cobertura. A diferencia de los pastizales podrían bajar si se termina de descomponer la madera muerta que representa un 85%.

Por su parte el cambio de stock de carbono en el depósito arbóreo se da de la siguiente manera; el bosque primario remanente posee 117.5 tC/ha representando el 86.7%, cuando de cambia del uso de la tierra a pastizal, decrece en 0.1 tC/ha (0.5%), instalando palma aceitera en el mismo terreno asciende a 7.8 tC/ha (54.5%) mientras que en el depósito de la vegetación



arbustiva herbácea el bosque primario remanente posee 1.2 tC/ha (0.9%), si éste se cambia a un pastizal el carbono tiende a subir a 1.6 tC/ha (7.4%), instalando palma aceitera decrece en 0.5 tC/ha (3.4%). En el depósito de madera muerta y hojarasca el stock de carbono en el bosque primario posee 16.9 tC/ha (12.4%); si se roza, tumba y quema; en este bosque se establece un pastizal y el carbono aumenta en 19.7 tC/ha (92.1%), y después de 10 años se instala palma aceitera pero el carbono decrece en 6 tC/ha (42.1%).

En el estudio queda demostrado que los bosques almacenan la mayor cantidad de carbono en sus componentes estratificados según su composición en la vegetación, así como lo demostró los sectores Las Palmeras (158.6 tC/ha), Nuevo Satipo (157.4 tC/ha) y Bellavista (151.3 tC/ha), tienen como composición florística en el estrato arbóreo, las especies de maderas con alta densidad. La densidad de la madera de un árbol es una variable interesante porque informa sobre la cantidad de carbono que la planta contiene en su constitución, varía dentro de la planta, durante la vida de la planta y entre individuos de una misma especie (CHAVE, 2006).

Con respecto a las lianas solo representaron un 3.3% de carbono, tal como lo menciona PUTZ (1984), se ha estimado que las lianas representan alrededor del 30% y 60% de las especies y el 2% y 4% de la biomasa (PUTZ, 1983).

## V. CONCLUSIONES

1. Se encontró diferencias ( $p < 0.01$ ) en el contenido de biomasa aéreo entre el bosque primario remanente, pastizal y palma aceitera evaluados, siendo estos valores de 273.5 t/ha, 44.3 t/ha y 33.9 t/ha respectivamente.
2. Las reservas de carbono aéreo están en función al tipo de sistema del uso de la tierra; los bosques primarios presentaron 135.5 t/ha de carbono, seguido por los pastizales 21.4 t/ha y finalmente las plantaciones de palma aceitera que almacenaron 14.7 t/ha de carbono.
3. A nivel del depósito arbóreo, el bosque primario remanente posee 117.5 tC/ha (86.7%), cuando se cambia a un pastizal, el carbono decrece en 0.1 tC/ha (0.5%), instalando palma aceitera asciende a 7.8 tC/ha (54.5%).
4. En caso del depósito de carbono arbustivo-herbáceo, el bosque primario remanente posee 1.2 tC/ha (0.9%), si se cambia a pastizal el carbono sube a 1.6 tC/ha (7.4%), pero instalando palma aceitera decrece a 0.5 tC/ha (3.4%).
5. En el caso del depósito de madera muerta y hojarasca el stock de carbono se comporta en el bosque primario remanente con 16.9 tC/ha (12.4%), si se roza, tumba y quema este bosque para establecer un pastizal el carbono aumenta en 19.7 tC/ha (92.1%) y si después de 10 años se instalan palma aceitera el carbono decrece en 6 tC/ha (42.1%).

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Es importante conservar los bosques remanentes, en el estudio se ha demostrado que cuando se cambia de uso la cantidad de biomasa decrece desde 273.5 t/ha hasta 44.3 t/ha, como es el caso de los pastizales.
2. En palma aceitera para determinar la cantidad exacta de carbono se debe realizar muestras destructivas (20 plantas adultas de la misma edad), con la finalidad de generar ecuaciones alométricas que puedan ayudar a tener un dato más exacto del stock de carbono en sus depósitos. Asimismo se debe determinar la densidad del tallo o estípite para mayor facilidad en el uso de la ecuación alométrica.
3. Realizar más estudios sobre medición de carbono en los cinco depósitos y en diferentes sistemas del uso de la tierra para diferentes ecosistemas, es de importancia tomar conciencia de los cambios positivos que generan al paisaje original en aras de la reducción de emisores de deforestación y degradación.
4. El sostener la permanencia del carbono en el tiempo se debe de comenzar por la conservación de la cobertura arbórea, adicionando su mejoramiento con otras especies dominantes en condiciones ecológicas

favorables en estos ecosistemas, el enriquecimiento de especies arbóreas como servicio ambiental a largo plazo, con la finalidad de disminuir fugas de carbono, por consecuencias de diferentes actividades antropogénicas.

5. Los estudios biofísicos de medición de carbono en diferentes sistemas se debe acoplar a los socioeconómicos, a fin de buscar una contribución económica para la población rural aledaña, fortaleciendo un espíritu más sostenible de los ecosistemas naturales y acoplando alternativas rentables de aprovechamiento de los recursos forestales no maderables.

## VII. ABSTRACT

Studies were developed for the quantification of carbon in aboveground biomass in three different systems of land use, located in six sectors from districts Curimaná, Irazola and Campo Verde in the Ucayali region, the systems studied were three; remaining primary forest, grassland and palm oil with over 10 years of age each one. This was stratified into 18 plots of 40m x 50 m within six sectors or clusters, where each is included in the forest, oil palm and grass. To determine tree biomass were used the allometric equation generated by CHAVE *et al.*, 2005, for vegetation non-tree and less than 5 cm in diameter was used the allometric equation generated by NASCIMENTO and LAURANCE (2002). For shrubs and herbaceous were used direct methods using destructive samples, and for to determine dead wood biomass were used the allometric equation generated by CHAO *et al.*, 2008. The carbon in aboveground biomass for the remaining primary forest is 135.5 tC/ha, followed by grasslands 21.4 tC/ha and finally oil palm plantations which stored 14.7 tC/ha.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRE, J., ARÉVALO, L., RICSE, A. 2002. Reservas de carbono con diferentes sistemas de uso de la tierra en dos sitios de la amazonia peruana. ICRAF/INIA. Perú.
- ARÉVALO, L., ALEGRE, J., PALM, CH. 2003. Manual de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Perú. Ministerio de agricultura. Pucallpa, Perú. 24 p.
- BALDOCEDA, R. 2001. Valoración económica del servicio ambiental de captura de CO<sub>2</sub> en la zona de Neshuya – Curinamá – Pucallpa. Conservación y manejo de la biodiversidad y ecosistemas frágiles BIOFOR. Programa de becas de investigación sobre valoración económica de la diversidad biológica y servicios ambientales.
- BARBARAN, J. 2000. Cuantificación de biomasa y carbono en los principales sistemas de uso del suelo en Campo Verde. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.
- BLANCO, J. 1986. Diagnóstico de la actividad forestal del departamento de Ucayali. Lima, Perú. 273 p.

- BOUKHARI, S. 2000. Bosques y clima: Intereses en Juego. UNESCO. [En línea]: Unesco, ([http://www.unesco.org/courier/1999\\_12/sp/planete/txt1.htm](http://www.unesco.org/courier/1999_12/sp/planete/txt1.htm), documentos, 25 Feb. 2012).
- BRACK, A. 1999. Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú. PNUD-CBC. 556 p.
- BRINGAS, H. 2010. Estimación del carbono almacenado en un sistema agroforestal de cacao (*Theobroma cacao* L.) comparado con un bosque secundario de tres edades. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 100 p.
- BROWN, P., CABARLE, B., LIVERNASH, R. 1997. Carbon counts: Estimating climate change mitigation in forestry projects. Estados Unidos, World Resources Institute. 25 p.
- CALLO, C., KRISHNAMURTHY, L., ALEGRE, J. 2001. Cuantificación de carbono secuestrado por algunos sistemas agroforestales y testigos en tres pisos ecológicos de la amazonia del Perú. Tesis Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. México. 72 p.
- CANADELL, J., LE QUÉRÉ, C., RAUPACH, M., FIELD, C., BUITENHUIS, E., CIAIS, P., CONWAY, T., GILLETT, N., HOUGHTON, R., MARLAND, G. 2007. Contributions to accelerating atmospheric CO<sub>2</sub> growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks, Proceedings of the National Academy of Sciences, 104, 18866-18870.

- CARRERA, F., TINEO, A. 1994. Inventario forestal en bosques secos. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica. 80 p.
- CATRIONA, P. 1998. Actualidad Forestal Tropical. Boletín de manejo forestal producido por la Organización de Maderas Tropicales para fomentar la conservación y el manejo sostenible de los recursos forestales tropicales en la región de América Latina y el Caribe (Japón). 6(4): 31.
- CENTENO, V. 2008. Determinación de biomasa aérea de la especie *Miconia barbeyana* Cogniaux "Paliperro" en el bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 64 p.
- CHACÓN, P., LEBLANC, H., RUSSO, R. 2007. Fijación de carbono en un bosque secundario de la región tropical húmeda de Costa Rica. Universidad EARTH. Las Mercedes de Guácimo, Costa Rica. 11 p.
- CHAO, K., BAKER, T. 2009. Manual para mediciones de detritus de madera gruesa en parcelas, proyecto RAINFOR.
- CHAO, K., PHILLIPS, O. 2005. Manual de campo para censos sobre el tipo de mortandad de árboles, Proyecto; PAN AMAZONIA, Sixth Framework Programme (2002-2006).
- CHAO, K., PHILLIPS, O., BAKER, T. 2008. Wood density and stocks of coarse woody debris in a northwestern Amazonian landscape. *Canadian Journal of Forest Research* 38: 795-805.



- CHAVE, J. 2006. Medición de densidad de madera en árboles tropicales, Manual de campo. Université Paul Sabatier - Lab. Evolution et Diversité Biologique, France.
- CHAVE, J. ANDALO, C. BROWN, S., CAIRNS, M., CHAMBERS, J., EAMUS, D., FÖLSTER, H., FROMARD, F., HIGUCHI, N, KIRA, T., LESCURE, J., NELSON, B., OGAWA, H., PUIG, H., RIÉRA, B., YAMAKURA, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecología* 145:87-99.
- CIAT. 1995. Pastos tropicales evitan calentamiento del planeta. Volumen 13, N° 2. Colombia. CIAT Internacional.
- CLARK, D., CLARK, D.A. 1990. Distribution and effects on tree growth of lianas and woody hemiepiphytes in a Costa Rica tropical wet forest. *Journal of Tropical Ecology*, 6(3):321–331.
- DE LA CRUZ, M. 2010. Estimación del carbono almacenado en plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) de diferentes edades en Pumawasi – Uchiza. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 89 p.
- DUPOUEY, J., SIGUAND, G., BATEAU, V., THIMONIER, A., DHOLE, J., NEPVEU, G. 1999. Stocks et Flux de Carbone Dans les Forêts Françaises. C.R. Acad. Agric. Francia. 310 p.

- FAO. 2005. Proyectos forestales de fijación de carbono. [En línea]: Fao, (<http://www.fao.org/docrep/006/j2053s/j2053s09.html>, documentos, 22 Abr. 2012).
- FINEGAN, B. 1997. Memorias del taller internacional sobre el estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina: Bases ecológicas para el manejo de bosques secundarios de las zonas húmedas del trópico americano, recuperación de la biodiversidad y producción sostenible de madera. Pucallpa, Perú. 180 p.
- FRANGI, J., LUGO, A. 1985. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain forest. *Ecological Monographs* 55:351-369.
- FREITAS, L., OTAROLA, E., DEL CASTILLO, D., LINARES, C., MARTÍNEZ, P., MALCA, G. 2006. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Loreto, Perú.
- GAYOSO, J., GUERRA, J., ALARCON, D. 2002. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Proyecto FONDEF. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 154 p.
- GENG, L. 2006. Estudio sobre bonos de carbono por la línea de transmisión San Gabán Puerto Maldonado, informe final Preparado por encargo de Electro Sur Este S.A.A. Enero, 2006. Puerto Maldonado, Perú.
- GOREU (Gobierno Regional de Ucayali). 2004. Diagnóstico de recursos naturales de la región Ucayali. Pucallpa, Perú, GRNGMA. 278 p.

- GUZMÁN, A., LAGUNA, I., MARTÍNEZ, J. 2006. Los mecanismos flexibles del protocolo de kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. [En línea]: INE, (<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones.html>), documentos, 15 Feb. 2012).
- HERRERA, M., DEL VALLE, J., ORREGO, S. 2001. Biomasa de la vegetación herbácea y leñosa pequeña y necromasa en bosques tropicales primarios y secundarios de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 45 p.
- HONORIO, E. 2009. Uso de las ecuaciones alométricas y el efecto de las variables en la estimación de la biomasa. Taller de análisis estadístico para apoyar el diseño de los inventarios de carbono, Iquitos, 15 al 17 de mayo del 2009.
- ICRAF. 1998. Respuesta a nuevas demandas tecnológicas, fortalecimiento de la investigación en agroindustria y el manejo de recursos naturales. Informe final Convenio BID-ICRAF ATN/SF – 5209. 215 p.
- IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana). 2003. Folia amazónica, Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonia Peruana – BIODAMAZ, Perú - Finlandia.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 2003. Mapificación y evaluación forestal del bosque de producción permanente del Departamento de Ucayali. Administración técnica forestal de Pucallpa. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 48 p.

IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2000. Land Use, Change and Forestry. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido. [En línea]: EIA, (<http://www.eia.doe.gov/emeu/iea/carbon.html>), documentos, 14 Feb. 2012).

IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2001. Climate Change 2001: Glosario de términos. Anexo B. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz, B., O.R. Davidson, R. Swart, y J. Pan (eds.). Cambridge University Press, UK y, US, 752 p.

IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2007. Resumen Técnico. In Cambio Climático 2007: Mitigación. Contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (eds), Cambridge University Press, Cambridge, UK y NY.

IQUISE, A., POCOMUCHA V., VARGAS, Y. 2010. Carbono almacenado en diferentes sistemas de uso de la tierra del distrito de José Crespo y Castillo, Huanuco, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria, Perú. 2007.

LAPEYRE, T., ALEGRE, J., ARÉVALO, L. 2004. Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín, Perú.

- LEBLANC, H., RUSSO, R., CUEVA, J., SUBÍA, E. 2006. Fijación de carbono en palma aceitera en la región tropical húmeda de Costa Rica. Universidad EARTH, Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica. *Tierra Tropical* (2006) 2 (2): 197-202.
- LEWIS, L., LOPEZ, G., SONKE, B., FFUM-BAFFOE, K., BAKER, T., OJO, L., PHILLIPS, O., REITSMA, J., WHITE, L., COMISKEY, J., MARIE-NOEL D., EWANGO, C., FELDPAUSCH, T., HAMILTON, A., GLOOR, M., HART, T., HLADIK, A., LLOYD, J., LOVETT, J., MAKANA, J., REMY, M., YADVINDER, M., FRANK, M., NDANGALASI, H., PEACOCK, J., PEH K., SHEIL, D., SUNDERLAND, T., SWAINE, M., TAPLIN, J., TAYLOR, D., THOMAS, S., VOTERE, R., WOLL, H. 2009. Increasing carbon storage in intact African tropical forests, *Nature*, 457, 1003-1006.
- LINO, Z. K. 2009. Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la Cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 82 p.
- LOGUERCIO, G. 2005. Cambio Climático: El rol de los bosques como sumideros de carbono. CIEFAP. ([www.ciefap.org.ar/novedades/notas/nota1/default.html](http://www.ciefap.org.ar/novedades/notas/nota1/default.html), documentos, 14 May. 2012).
- LOUMAN, B. 2002. Inventarios en bosques secundarios - Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 264 p.

- MASERA, O., DE JONG, B., RICALDE, I. 2000. Consolidación de la oficina mexicana para la mitigación de gases de efecto invernadero. Reporte Final: Instituto de ecología U N A M y ECOSUR, México.
- MELADO, H. 2008. Modelo de cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Honduras. Universidad politécnica superior de ingenieros agrónomos, departamento de producción vegetal: fitotecnia. Madrid, España.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2011. [En línea]: Tropicos.org, (<http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx>, documentos, Set. 2011).
- MONTOYA, G., SOTO, L., DE JONG, B., KRISTEN, N., FARIAS, P., YAKACTIC, P., TAYLOR, J. 2003. Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas Tzeltal y Tojolabal del estado de Chiapas. Cuaderno de trabajo 4. Instituto Nacional de Ecología. México.
- NASCIMENTO, H., LAURANCE, W. 2002. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. *Forest Ecol Manag* 168(1-3):311-321.
- OLIVEIRA, P., ASNER, G., KNAPP, D., ALMEYDA A., GALVAN-GILDEMEISTER, R., KEENE, S., RAYBIN, R., SMITH, R. 2007. Land-Use Allocation Protects the Peruvian Amazon. *Science* 317 (5842):1233-1236.

- ONERN. 1976. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la Selva: zona Iquitos-Nauta, Requena y Colonia Angamos. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú. 269 p.
- PACHECO, F., ALDRETE, A., GÓMEZ, A., FIERROS, A., CETINA, V., VAQUERA, H. 2007. Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de una plantación joven de *pinus greggii* Engelm. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 30 (3): 251 – 254, 2007.
- PARREN, M., BONGERS, F. 2001. Does climber cutting reduce felling damage in southern Cameroon?. Forest Ecology and Management, 141(3):175–188.
- PERCY, K., JANDL, R., HALL, J., LAVIGNE, M. 2003. El papel de los bosques en ciclo, la captura y el almacenamiento de carbono. [En línea]: IUFRO, (<http://iufro.boku.ac.at/iufro/taskforce/hptfcs.htm>, Boletín, 16 Ago. 2011).
- PUTZ, F. 1983. Liana biomass and leaf area of a tierra firme forest in the Rio Negro basin, Venezuela. Biotropica, 15, 185–189.
- PUTZ, F. 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. Ecology, 65, 1713–1724.
- RIOS, A. 2007. Almacenamiento de carbono y valoración económica en sistemas de uso de tierra comparados con el cultivo de la coca (*Erythroxylon coca* L.) en el distrito de José Crespo y Castillo, Perú. 125 p.

- RUGNITZ, M., CHACON, M.L., PORRO, R. 2009. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Lima, Perú: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF)/Consortio Iniciativa Amazónica (IA). 79 p.
- SABOGAL, C., CARRERA, F., COLAN, V., POKORNY, B., LOUMAN, B. 2004. Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal, operación en bosques de la amazonia peruana. CATIE, FONDEBOSQUES, INRENA y CIFOR, Lima, Perú. 279 p.
- SALGADO, L. 2004. El mecanismo de desarrollo limpio en actividades de uso de la tierra, cambio de uso y forestaría (LULUCF) y su potencial en la región latinoamericana. División de desarrollo sostenible y asentamientos humanos. CEPAL - SERIE medio ambiente y desarrollo. Santiago de Chile. 84 p.
- SALINAS, Z., HERNANDEZ, P. 2008. Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía, centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 171 p.
- SCHLEGEL, B. 2001. Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempre verde. Universidad Austral de Chile. Simposio internacional medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales 8 al 20 de octubre del 2001. Valdivia, Chile.
- SMITH, J., SABOGAL, C., JONG, W., KAIMOWITZ, D. 1997. Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. En taller internacional sobre



el estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina. Pucallpa, Perú.

SOMARRABA, E., QUESADA, F., VILLALOBOS, M. 2006. La captura de carbono: un servicio ambiental en fincas cacaoteras indígenas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica Agosto 2006.

STERCK, F., BONGERS, F., NEWBERY, D. 2001. Tree architecture in a Bornean lowland rain forest: intraspecific and interspecific patterns. *Plant Ecol* 153(1-2):279-292.

TIEPOLO, G., CALMON, M., FERETTI, A. 2002. Measuring and Monitoring Carbon Stocks at the Guaraqueçaba Climate Action Project, Paraná, Brazil. In: International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring. Extension Serie Taiwan Forestry Research Institute 153:98-115.

TRUMPER, K., BERTZKY, M., DICKSON, B., VAN DER HEIJDEN, G., JENKINS, M., MANNING, P. 2009. ¿La solución natural? El papel de los ecosistemas en la mitigación del cambio climático. Evaluación rápida del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA, UNEP-WCMC, Cambridge, UK.

UNFCCC. 1998. El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Unidas sobre el Cambio Climático. Publicado por la secretaría del cambio climático con el apoyo de la oficina de Información sobre las

convenciones del PNUMA. [En línea]: Unfccc, (<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>), documentos, 25 Ago. 2011).

VARGAS, M. 2008. Estimación de carbono arbóreo en bosques secundarios, Pucayacu – Huanuco. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 69 p.

VIDAL, M. 2007. Si perdemos los bosques, perdemos la lucha contra el cambio climático: La Deforestación es la segunda causa de emisiones de CO<sub>2</sub>, por encima del transporte. Londres. Global canopy.

VIEIRA, S., ALVES, L., AIDAR, M., ARAUJO, L., BAKER, T., BATISTA, J., CAMPOS, M., CAMARGO, P., CHAVE, J., DELITTI, W., HIGUCHI, N., HONORIO, E., JOLY, C., KELLER, M., MARTINELLI, L., DE MATTOS, E., METZKER, T., PHILLIPS, O., SANTOS, F., SHIMABUKURO, M., SILVEIRA, M., TRUMBORE, S. 2008. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. *Biota Neotrop.* 8(2). [En línea]: Biotaneotropica, (<http://www.biotaneotropica.org.br/>), documentos, 25 Ago. 2011).

VIENA, H. 2010. Estimación de la biomasa y almacenamiento de carbono bajo cuatro sistemas de uso de la tierra en la provincia de Leoncio Prado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 64 p.

WHITE, D., MINANG, P. 2011. Estimación de los costos de oportunidad de REDD+. Manual de capacitación. [En línea]: Worldbank, (<http://www.worldbank.org>), documentos, May. 2011).

ZAMORA, J. 2003. Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea en el bosque de pino del Ejido "La Majada" Municipio de Periban de Ramos, Michoacán. Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. México.

ZANNE, A., LÓPEZ-GONZÁLEZ, G., COOMES, D., ILIC, J., JANSEN, S., LEWIS, S., MILLER, R., SWENSON, N., WIEMANN, M., CHAVE, J. 2009. Base de datos mundial de densidad de maderas. [En línea]: hdl, (<http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>, documentos, May. 2011).

## **IX. ANEXO**

**Anexo I: Inventario forestal**

Cuadro 26. Abundancia de familias en el bosque primario remanente.

<b>N°</b>	<b>Familia</b>	<b>Individuos</b>	<b>Abundancia %</b>
1	Arecaceae	52	14.61
2	Fabaceae	51	14.33
3	Myristicaceae	36	10.11
4	Desconocidos	28	7.87
5	Apocynaceae	17	4.78
6	Melastomataceae	16	4.49
7	Sapotaceae	16	4.49
8	Annonaceae	15	4.21
9	Burseraceae	14	3.93
10	Lauraceae	14	3.93
11	Moraceae	13	3.65
12	Urticaceae	12	3.37
13	Malvaceae	10	2.81
14	Salicaceae	8	2.25
15	Meliaceae	6	1.69
16	Myrtaceae	6	1.69
17	Euphorbiaceae	5	1.40
18	Violaceae	5	1.40

*Continúa Cuadro 26...*

<b>N°</b>	<b>Familia</b>	<b>Individuos</b>	<b>Abundancia %</b>
19	Cannabaceae	4	1.12
20	Cecropiaceae	4	1.12
21	Araliaceae	3	0.84
22	Clusiaceae	3	0.84
23	Elaeocarpaceae	2	0.56
24	Lecythidaceae	2	0.56
25	Rubiaceae	2	0.56
26	Anacardiaceae	1	0.28
27	Bignoniaceae	1	0.28
28	Boraginaceae	1	0.28
29	Calophyllaceae	1	0.28
30	Caricaceae	1	0.28
31	Chrysobalanaceae	1	0.28
32	Combretaceae	1	0.28
33	Hypericaceae	1	0.28
34	Putranjivaceae	1	0.28
35	Rhizophoraceae	1	0.28
36	Simaroubaceae	1	0.28
37	Siparunaceae	1	0.28
<b>Total</b>		<b>356</b>	<b>100</b>

Cuadro 27. Lista de especies arbóreas encontradas en el bosque primario remanente.

N°	Especie	Nombre científico	Familia
		<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.)	
1	Aceite caspi	Decne. & Planch.	Araliaceae
2	Anonilla	<i>Annona excellens</i> R.E. Fr.	Annonaceae
		<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.)	
3	Añacho caspi	Oken	Boraginaceae
4	Atadijo	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae
5	Auca atadijo	<i>Croton tessmannii</i> Mansf.	Euphorbiaceae
6	Azucar huayo	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber.	Fabaceae
7	Bombonaje		
8	Cacahuillo	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Malvaceae
		<i>Theobroma obovatum</i> Klotzsch ex	
9	Cacao de monte	Bernoulli	Malvaceae
10	Caimitillo	<i>Pouteria speciosa</i> (Ducke) Baehni	Sapotaceae
		<i>Rinorea falcata</i> (Mart. ex Eichler)	
11	Canilla de vieja	Kuntze	Violaceae
		<i>Calycophyllum obovatum</i> (Ducke)	
12	Capirona hoja ancha	Ducke	Rubiaceae
13	Carahuasca	<i>Gutteria decurrens</i> R.E. Fr.	Annonaceae
14	Carahuasca blanca	<i>Gutteria</i> sp.	Annonaceae
15	Carahuasca negra	<i>Gutteria chlorantha</i> Diels	Annonaceae
16	Caraña	<i>Trattinnickia peruviana</i> Loes.	Burseraceae
		<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.)	
17	Casha moena	Maguire, Steyererm. & Frodin	Araliaceae
18	Caucho masha	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Euphorbiaceae
19	Cetico	<i>Cecropia</i> sp.	Urticaceae

## Continúa Cuadro 27...

N°	Especie	Nombre científico	Familia
20	Cetico moena	<i>Cecropia</i> sp	Urticaceae
21	Cetico rojo	<i>Cecropia</i> sp. <i>Garcinia madruno</i> (Kunth)	Cecropiaceae
22	Charichuelo	Hammel	Clusiaceae
23	Chimicua	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	Moraceae
24	Chirisanango	<i>Tabernaemontana</i> sp.	Apocynaceae
25	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i> Benth. <i>Diploptropis brasiliensis</i> (Tul.)	Fabaceae
26	Chontaquiro macho	Benth.	Fabaceae
27	Copal	<i>Protium crassifolium</i> Engl.	Burseraceae
28	Cumala	<i>Virola flexuosa</i> A.C. Sm.	Myristicaceae
29	Cumala blanca	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Myristicaceae
30	Cumala macho	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	Myristicaceae
31	Cumala roja	<i>Iryanthera tessmannii</i> Markgr.	Myristicaceae
32	Desconocido 2		
33	Desconocido 3		
34	Desconocido 4		
35	Desconocido 5		
36	Desconocido1		
37	Espintana	<i>Anaxagorea brachycarpa</i> R.E. Fr.	Annonaceae
38	Espintana blanca	<i>Duguetia flagellaris</i> Huber	Annonaceae
39	Espintana negra	<i>Xylopia</i> sp.	Annonaceae
40	Guacamayo caspi	<i>Nealchornea yapurensis</i> Huber	Euphorbiaceae
41	Huacrapona	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae
42	Huangana caspi	<i>Sloanea</i> sp.	Elaeocarpaceae



## Continúa Cuadro 27...

N°	Especie	Nombre científico	Familia
43	Huasai	<i>Euterpe predatoria</i> Mart.	Arecaceae
44	Huicungo	<i>Astrocaryum chambira</i> Burret	Arecaceae
45	Inayuga	<i>Maximiliana maripa</i> (Aubl.) Drude	Arecaceae
46	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Calophyllaceae
47	Liana		
48	Lupuna colorada	<i>Cavanillesia hylogeiton</i> Ulbr.	Malvaceae
49	Machimango colorado	<i>Couratari</i> sp.	Lecythidaceae
50	Machimango negro	<i>Eschweilera</i> sp.	Lecythidaceae
51	Machin sapote	<i>Quararibea oblongifolia</i> (Poepp. & Endl.) Vischer	Malvaceae
52	Maquizapa ñaccha	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	Malvaceae
53	Maria buena	<i>Pterocarpus ulei</i> Harás	Fabaceae
54	Maruja	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
55	Moena	<i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez	Lauraceae
56	Moena alcanfor	<i>Ocotea costulata</i> (Nees) Mez	Lauraceae
57	Moena negra	<i>Ocotea obovata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Lauraceae
58	Mullaca	<i>Miconia benthamiana</i> Triana	Melastomataceae
59	Palo manzano	<i>Spondias</i> sp.	Anacardiaceae
60	Palo sangre blanco	<i>Pterocarpus amazonum</i> (Mart. ex Benth.) Amshoff	Fabaceae
61	Palo santo	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	Burseraceae
62	Palta moena	<i>Mezilaurus synandra</i> (Mez) Kosterm.	Lauraceae
63	Papaya caspi	<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.)	Caricaceae

## Continúa Cuadro 27...

N°	Especie	Nombre científico	Familia
64	Parinari	<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	Chrysobalanaceae
65	Paujil ruro	<i>Celtis schippii</i> Standl.	Cannabaceae
66	Pichirina	<i>Vismia angusta</i> Miq. <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber	Hypericaceae
67	Pino blanco	ex Ducke	Fabaceae
68	Pisho	<i>Siparuna</i> sp.	Siparunaceae
69	Pucaquiro	<i>Simira williamsii</i> (Standl.) Steyerm.	Rubiaceae
70	Punga negro	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand	Malvaceae
71	Purma caspi	<i>Casearia decandra</i> Jacq. <i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Salicaceae
72	Quillobordon	ex A. DC. <i>Sterigmapetalum obovatum</i>	Apocynaceae
73	Quillobordon masha	Kuhlmann	Rhizophoraceae
74	Quina quina	<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae
75	Quina quina roja	<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae
76	Remo caspi negro	<i>Aspidosperma</i> sp.	Apocynaceae
77	Requia	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Meliaceae
78	Requia blanca	<i>Trichilia mazanensis</i> J.F. Macbr.	Meliaceae
79	Rifari	<i>Miconia bubalina</i> Naudin <i>Miconia tomentosa</i> (Rich.) D. Don	Melastomataceae
80	Rifari blanco	ex DC.	Melastomataceae
81	Rifari colorado	<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae
82	Rifadillo	<i>Miconia poeppigii</i> Triana	Melastomataceae
83	Riñon caspi		

## Continúa Cuadro 27...

N°	Especie	Nombre científico	Familia
84	Rojillo		
85	Sachavaca caspi	<i>Trophis</i> sp. <i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.)	Moraceae
86	Shapaja	Wess. Boer	Arecaceae
87	Shimbillo	<i>Inga densiflora</i> Benth.	Fabaceae
88	Shimbillo blanco	<i>Inga altissima</i> Ducke	Fabaceae
89	Shimbillo colorado	<i>Inga marginata</i> Willd.	Fabaceae
90	Shimbillo monte	<i>Inga</i> sp. <i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.	Fabaceae
91	Chiringa	Juss.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae
92	Chiringa macho	<i>Hevea</i> sp.	Euphorbiaceae
93	Tahuari	<i>Tabebuia chrysantha</i> A.H. Gentry <i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore)	Bignoniaceae
94	Tamamuri	C.C. Berg	Moraceae
95	Tanque	<i>Myrcia</i> sp. <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke)	Myrtaceae
96	Tornillo	Ducke	Fabaceae
97	Tortuga caspi	<i>Duguetia tessmannii</i> R.E. Fr. <i>Crudia glaberrima</i> (Steud.) J.F.	Annonaceae
98	Tushmo	Macbr.	Fabaceae
99	Ucshaquiro	<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	Fabaceae
100	Ucshaquiro blanco	<i>Sclerolobium</i> sp.	Fabaceae
101	Ucshaquiro colorado	<i>Sclerolobium</i> sp.	Fabaceae
102	Ungurahui	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Arecaceae
103	Uvilla	<i>Pourouma herrerensis</i> C.C. Berg	Urticaceae

Continúa Cuadro 27...

N°	Especie	Nombre científico	Familia
104	Warmi caspi	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Malvaceae
105	Warmi warmi	<i>Sterculia</i> sp.	Malvaceae
106	Yacushapana amarilla	<i>Terminalia</i> sp.	Combretaceae
107	Yanshama	<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	Moraceae
108	Yarina	<i>Phytelephas microcarpa</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae
109	Yutubanco	<i>Drypetes amazonica</i> Steyerem.	Putranjivaceae

Cuadro 28. Familias en arbustos y hierbas del bosque primario remanente.

N°	Familia	Individuos	Abundancia %
1	Fabaceae	8	11
2	Annonaceae	6	8.22
3	Arecaceae	6	8.22
4	Apocynaceae	4	5.48
5	Marantaceae	3	4.11
6	Moraceae	3	4.11
7	Myristicaceae	3	4.11
8	Bignoniaceae	2	2.74
9	Costaceae	2	2.74
10	Lauraceae	2	2.74
11	Malvaceae	2	2.74
12	Melastomataceae	2	2.74
13	Myrtaceae	2	2.74
14	Piperaceae	2	2.74

*Continúa Cuadro 28...*

<b>N°</b>	<b>Familia</b>	<b>Individuos</b>	<b>Abundancia %</b>
15	Poaceae	2	2.74
16	Urticaceae	2	2.74
17	Achariaceae	1	1.37
18	Araceae	1	1.37
19	Aspleniaceae	1	1.37
20	Asteraceae	1	1.37
21	Burseraceae	1	1.37
22	Cannabaceae	1	1.37
23	Caryocaraceae	1	1.37
24	Celastraceae	1	1.37
25	Clusiaceae	1	1.37
26	Cyclanthaceae	1	1.37
27	Dileniaceae	1	1.37
28	Euphorbiaceae	1	1.37
29	Meliaceae	1	1.37
30	Rubiaceae	1	1.37
31	Salicaceae	1	1.37
32	Sapotaceae	1	1.37
33	Simaroubaceae	1	1.37
34	Tropaeolaceae	1	1.37
35	Violaceae	1	1.37
36	N1	1	1.37
37	N2	1	1.37
38	N3	1	1.37
<b>Total</b>		<b>73</b>	<b>100</b>

Cuadro 29. Lista de especies arbustiva y herbácea del bosque primario remanente.

N°	Especie	Nombre científico	Familia
1	Ajos sachá	<i>Mansoa alliacea</i> (Lam.) A.H. Gentry	Bignoniaceae
2	Almendro	<i>Caryocar glabrum</i> Pers.	Caryocaraceae
3	Anonilla	<i>Annona excellens</i> R.E. Fr. <i>Stromanthe stromanthoides</i> (J.F. Macbr.)	Annonaceae
4	Bijahuillo	L. Andersson	Marantaceae
5	Bijao	<i>Calathea lutea</i> Schult.	Marantaceae
6	Bombonaje	<i>Carludovica palmata</i> Ruiz & Pav.	Cyclanthaceae
7	Cacahuillo negro	<i>Theobroma</i> sp.	Malvaceae
8	Caimitillo	<i>Pouteria speciosa</i> (Ducke) Baehni	Sapotaceae
9	Canilla de vieja	<i>Rinorea falcata</i> (Mart. ex Eichler) Kuntze	Violaceae
10	Caña agria	<i>Costus scaber</i> Ruiz & Pav.	Costaceae
11	Caobilla	<i>Trichilia</i> sp.	Meliaceae
12	Carahuasca blanca	<i>Guatteria</i> sp.	Annonaceae
13	Carrisillo	<i>Arthrostylidium</i> sp.	Poaceae
14	Charichuelo	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Clusiaceae
15	Chimicua	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	Moraceae
16	Chirisanango	<i>Tabernaemontana</i> sp. <i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.)	Apocynaceae
17	Chuchuhuasi	Briq.	Celastraceae
18	Chullachaqui caspi	<i>Remijia peruviana</i> Standl.	Rubiaceae
19	Cumala	<i>Virola flexuosa</i> A.C. Sm.	Myristicaceae
20	Cumala blanca	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Myristicaceae
21	Cumala roja	<i>Iryanthera tessmannii</i> Markgr.	Myristicaceae
22	Espintana	<i>Anaxagorea brachycarpa</i> R.E. Fr.	Annonaceae

Continúa Cuadro 29...

N° Especie	Nombre científico	Familia
23 Espintana blanca	<i>Duguetia flagellaris</i> Huber.	Annonaceae
24 Espintana negra	<i>Xylopia</i> sp.	Annonaceae
25 Guabilla	<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	Fabaceae
26 Guabilla colorada	<i>Inga minutula</i> (Schery) T.S. Elias	Fabaceae
27 Guayabilla	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae
28 Huacamayo caspi	<i>Nealchornea yapurensis</i> Huber	Euphorbiaceae
29 Huasai	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Arecaceae
30 Huicungo	<i>Astrocaryum chambira</i> Burret	Arecaceae
31 Ishanga	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	Urticaceae
32 Itininga	<i>Philodendron megalophyllum</i> Schott.	Araceae
33 Liana		
34 Loro micuna	<i>Macoubea guianensis</i> Aubl.	Apocynaceae
35 Macora		
36 Maruja	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
37 Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
38 Matico	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae
39 Matico de altura	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae
40 Moena	<i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez	Lauraceae
41 Moena negra	<i>Ocotea obovata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Lauraceae
42 Ñejilla	<i>Bactris acanthocarpoides</i> Barb. Rodr.	Arecaceae
43 Paca	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	Poaceae
44 Pacunga	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae
45 Palisangre amarillo	<i>Swartzia polyphylla</i> DC.	Fabaceae
46 Palmiche	<i>Geonoma juruana</i> Dammer	Arecaceae

## Continúa Cuadro 29...

N° Especie	Nombre científico	Familia
47 Palosanto	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	Burseraceae
48 Para para	<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg	Achariaceae
49 Pashaco	<i>Schizolobium excelsum</i> Vogel	Fabaceae
50 Pashaquilla	<i>Macrolobium acaciifolium</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae
51 Paujil chaqui	<i>Davilla kunthii</i> A. St.-Hil.	Dileniaceae
52 Paujil ruro	<i>Celtis schippii</i> Standl.	Cannabaceae
53 Punga	<i>Pseudobombax munguba</i> (Mart. & Zucc.) Dugand	Malvaceae
54 Purma caspi	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae
55 Quema quema	<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart. ex A. DC.	Apocynaceae
56 Quillobordon	<i>Miconia bubalina</i> Naudin	Melastomataceae
57 Rifari	<i>Calathea inocephala</i> (Kuntze) H. Kenn. & Nicolson	Marantaceae
58 Sachabijao	<i>Costus longibracteolatus</i> Maas	Costaceae
59 Sachahuiro	<i>Trophis</i> sp.	Moraceae
60 Sachavaca caspi	<i>Tabernaemontana sananho</i> Ruiz & Pav.	Apocynaceae
61 Sanando	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	Arecaceae
62 Shapaja	<i>Asplenium fragile</i> C. Presl	Aspleniaceae
63 Shapumba	<i>Inga densiflora</i> Benth.	Fabaceae
64 Shimbillo	<i>Tabebuia chrysantha</i> G. Nicholson	Bignoniaceae
65 Tahuari	<i>Marcia</i> sp.	Myrtaceae
66 Tanque		



Continúa Cuadro 29...

<b>N° Especie</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
67 Tortuga caspi	<i>Duguetia tessmannii</i> R.E. Fr.	Annonaceae
68 Tushmo	<i>Crudia glaberrima</i> (Steud.) J.F. Macbr.	Fabaceae
69 Ucshaquiro	<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	Fabaceae
70 Ungurahui	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Arecaceae
71 Uvilla	<i>Pourouma herrerensis</i> C.C. Berg	Urticaceae
72 Vispero	<i>Bellucia</i> sp.	Melastomataceae
73 Zapallo caspi	<i>Tropaeolum</i> sp.	Tropaeolaceae

Cuadro 30. Abundancia de familias arbustiva - herbácea en los pastizales.

<b>N°</b>	<b>Familia</b>	<b>Individuos</b>	<b>Abundancia %</b>
1	Poaceae	9	32.1
2	Fabaceae	5	17.9
3	Malvaceae	3	10.7
4	Cyperaceae	2	7.1
5	(en blanco)	2	7.1
6	Annonaceae	1	3.6
7	Asteraceae	1	3.6
8	Bignoniaceae	1	3.6
9	Lamiaceae	1	3.6
10	Myrtaceae	1	3.6
11	Portulacaceae	1	3.6
12	Rubiaceae	1	3.6
<b>Total general</b>		<b>28</b>	<b>100</b>

Cuadro 31. Lista de especies arbustiva - herbácea en los pastizales.

N°	Especie	Nombre científico	Familia
1	Algodoncito	<i>Gossypium barbadense</i> L.	Malvaceae
2	Anonilla	<i>Annona excellens</i> R.E. Fr.	Annonaceae
3	Borreria	<i>Borreria</i> sp.	Rubiaceae
4	Braquiarea brizanta	<i>Brachiaria brizantha</i>	Poaceae
5	Braquiarea comun	<i>Brachiaria</i> sp.	Poaceae
6	Braquiaria	<i>Brachiaria decumbes</i>	Poaceae
7	Cashaucsha	<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.	Poaceae
8	Cola de caballo	<i>Andropogum bicornis</i> Brongn.	Poaceae
9	Cortadera	<i>Homolepis aturensis</i> (Kunth) Chase	Poaceae
10	Cudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae
11	Escama de pescado		
12	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae
13	Huamansamana	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Bignoniaceae
14	Liana		
15	Mimosa	<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae
16	Pasto negro	<i>Paspalum platycaule</i> Willd. ex Steud.	Poaceae
17	Pega pega	<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	Fabaceae
18	Pichana	<i>Cassia biflora</i> L.	Fabaceae
19	Piri piri	<i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.	Cyperaceae

Continúa Cuadro 31...

N° Especie	Nombre científico	Familia
20 Piri piri estrellita	<i>Cyperus</i> sp.	Cyperaceae
21 Remolino	<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae
22 Sacha orégano	<i>Hyptis recurvata</i> Poit.	Lamiaceae
23 Sachahuaca	<i>Baccharis floribunda</i> Kunth	Asteraceae
24 Shimbillo hoja ancha	<i>Inga umbellifera</i> (Vahl) Steud.	Fabaceae
25 Sinchi pichana	<i>Sida glomerata</i> Cav.	Malvaceae
26 Torurco	<i>Paspalum conjugatum</i> (Vanderyst) Beetle	Poaceae
27 Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae
28 Yutecillo	<i>Corchorus capsularis</i> L.	Malvaceae

Cuadro 32. Abundancia de familias arbustiva - herbácea en palma aceitera.

N°	Familia	Individuos	Abundancia %
1	Poaceae	6	12.50
2	Asteraceae	4	8.33
3	Fabaceae	4	8.33
4	Melastomataceae	4	8.33
5	Cyperaceae	3	6.25
6	Rubiaceae	3	6.25
7	Marantaceae	2	4.17
8	Myrtaceae	2	4.17
9	Achariaceae	1	2.08

*Continúa Cuadro 32...*

<b>N°</b>	<b>Familia</b>	<b>Individuos</b>	<b>Abundancia %</b>
10	Araceae	1	2.08
11	Arecaceae	1	2.08
12	Bignoniaceae	1	2.08
13	Caricaceae	1	2.08
14	Equisetaceae	1	2.08
15	Euphorbiaceae	1	2.08
16	Lamiaceae	1	2.08
17	Malvaceae	1	2.08
18	Phyllanthaceae	1	2.08
19	Piperaceae	1	2.08
20	Salicaceae	1	2.08
21	Urticaceae	1	2.08
22	Xanthorrhoeaceae	1	2.08
23	N1	1	2.08
24	N2	1	2.08
25	N3	1	2.08
26	N4	1	2.08
27	N5	1	2.08
28	N6	1	2.08
<b>Total</b>		<b>48</b>	<b>100</b>

Cuadro 33. Lista de especies arbustiva - herbácea en palma aceitera.

N°	Especie	Nombre científico	Familia
1	Alfalfita	<i>Stylosanthes</i> sp.	Fabaceae
		<i>Stromanthe stromanthoides</i> (J.F. Macbr.) L. Andersson	
2	Bijahuillo		Marantaceae
3	Borreria	<i>Borreria</i> sp.	Rubiaceae
4	Braquearea	<i>Brachiaria decumbes</i> Staff	Poaceae
5	Cashaucsha	<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.	Poaceae
6	Cetico	<i>Cecropia</i> sp.	Urticaceae
7	Chanca piedra	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Phyllanthaceae
8	Clavito	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Rubiaceae
9	Cola de caballo	<i>Equisetum giganteum</i> L.	Equisetaceae
		<i>Scleria melaleuca</i> Rchb. ex Schldl. & Cham.	
10	Cortadera		Cyperaceae
11	Cudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae
	Escama de		
12	pescado		
13	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae
14	Guayabilla	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae
15	Helecho	<i>Pteridophyta</i>	
16	Huiru huayo	<i>Carpotroche longifolia</i> (Poepp.) Benth.	Achariaceae
17	Itininga	<i>Philodendron megalophyllum</i> Schott.	Araceae
18	Lengua de perro	<i>Gamochaeta</i> sp.	Asteraceae
19	Lengua de shibi	<i>Gamochaeta</i> sp.	Asteraceae
20	Liana		
21	Macora		
22	Matico	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae

## Continúa Cuadro 33...

N° Especie	Nombre científico	Familia
23 Mollugo		
24 Mullaca	<i>Miconia benthamiana</i> Triana	Melastomataceae
25 Mullaca colorada	<i>Miconia prasina</i> (Swartz) DC.	Melastomataceae
26 Mullaca morada	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	Melastomataceae
27 Ocuera	<i>Pollalesta discolor</i> (Kunth) Aristeg.	Asteraceae
28 Palma aceitera	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae
29 Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae
30 Paujil sachá	<i>Psychotria</i> sp.	Rubiaceae
31 Pega pega	<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	Fabaceae
32 Piri piri	<i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.	Cyperaceae
33 Piri piri acuático	<i>Cyperus laxus</i> Lam.	Cyperaceae
34 Purma caspi	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae
35 Rabo de zorro	<i>Andropogon bicornis</i> L.	Poaceae
36 Rastrera		
37 Rifari	<i>Miconia bubalina</i> Naudin	Melastomataceae
38 Sabila	<i>Aloe</i> sp.	Xanthorrhoeaceae
39 Sacha orégano	<i>Hyptis recurvata</i> Poit.	Lamiaceae
40 Sachabijao	<i>Calathea inocephala</i> (Kuntze) H. Kenn.	Marantaceae
41 Sachahuaca	<i>Baccharis floribunda</i> Kunth	Asteraceae
42 Shimbillo	<i>Inga densiflora</i> Benth.	Fabaceae
43 Tahuari	<i>Tabebuia chrysantha</i> G. Nicholson	Bignoniaceae
44 Torurco	<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	Poaceae
45 Torurco blanco	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	Poaceae
46 Torurco negro	<i>Homolepis aturensis</i> (Kunth) Chase	Poaceae
47 Yanavarilla	<i>Acalypha samydifolia</i> OPEP. & Endl.	Euphorbiaceae
48 Yutecillo	<i>Corchorus capsularis</i> L.	Malvaceae

Cuadro 34. Lista de especies epífitas, habitantes en el tallo de palma aceitera.

N°	Especie	Nombre científico	Familia
1	Barba del cunche	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	Bromeliaceae
2	Cetico	<i>Cecropia</i> sp.	Urticaceae
3	Cortadera	<i>Scleria melaleuca</i> Rchb. Ex Schltl. & Cham.	Cyperaceae
4	Cudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae
5	Helecho	Pteridophyta	
6	Huira huayo	<i>Carpotroche longifolia</i> (Poepp.) Benth.	Achariaceae
7	Itininga	<i>Philodendron megalophyllum</i> Schott.	Araceae
8	Lengua de shibi	<i>Gamochaeta</i> sp.	Asteraceae
9	Liana		
10	Matico	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae
11	Mullaca	<i>Miconia benthamiana</i> Triana	Melastomataceae
12	Mullaca colorada	<i>Miconia prasina</i> (Swartz) DC.	Melastomataceae
13	Mullaca negra	<i>Clidemia ulei</i> Pilg.	Melastomataceae
14	Ocuera blanca	<i>Vernonia</i> sp.	Asteraceae
15	Palma aceitera	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae
16	Piri piri acuatico	<i>Cyperus laxus</i> Lam.	Cyperaceae
17	Rabo de zorro	<i>Andropogon bicornis</i> L.	Poaceae
18	Rastrera		
19	Renaco	<i>Ficus guianensis</i> Desv. ex Ham.	Moraceae
20	Retaquillo	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Clusiaceae
21	Sacha cordoncillo	<i>Peperomia</i> sp.	Piperaceae

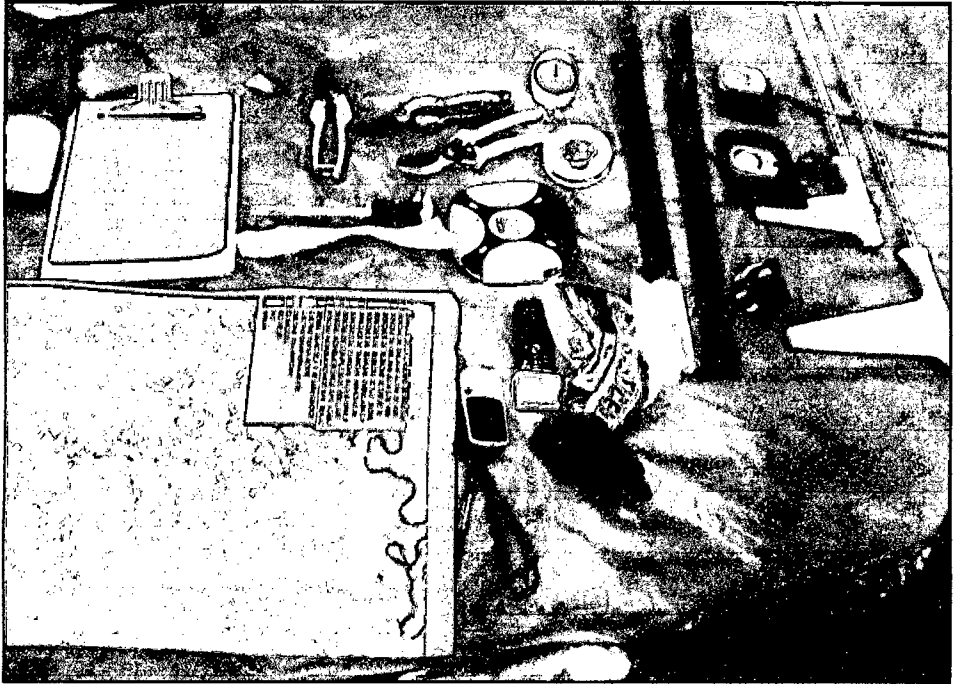
**Anexo II. Panel fotográfico**

Figura 12. Materiales y equipos utilizados para la medición de carbono.



Figura 13. Medición de diámetro al 1.30 metros (DAP) de los árboles.





Figura 14. Medición del diámetro y longitud de los troncos caídos muertos.



Figura 15. Colecta de vegetación arbustiva – herbácea en pastizales.



Figura 16. Pesado de muestras en campo de palma aceitera.



Figura 17. Pesado y codificación de muestras en laboratorio.

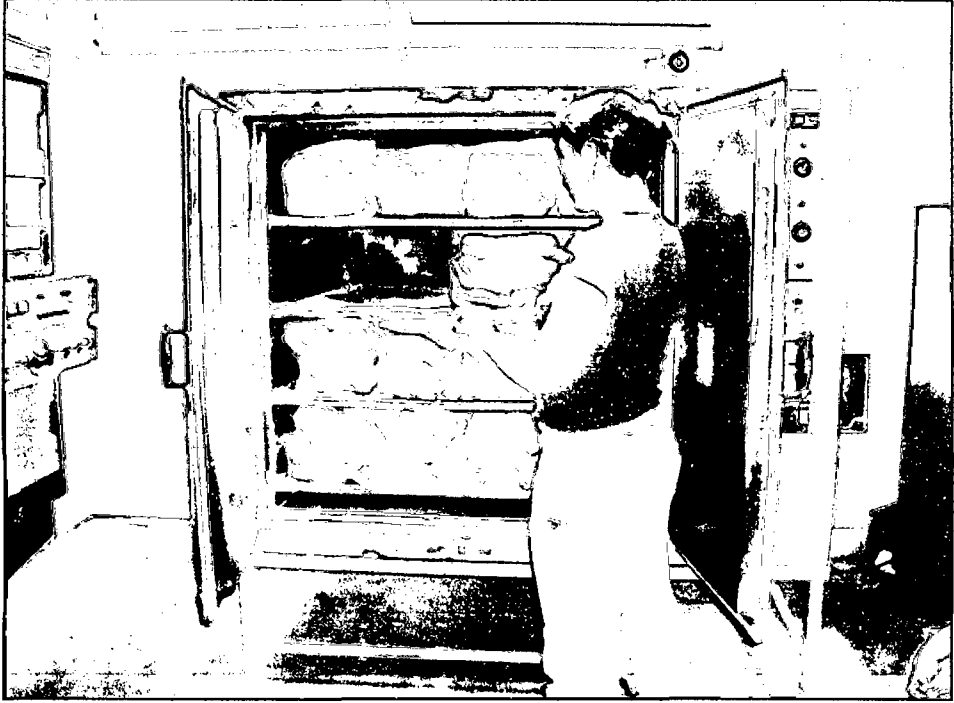


Figura 18. Secado de muestras en horno eléctrico.



Figura 19. Molido de muestras secas.

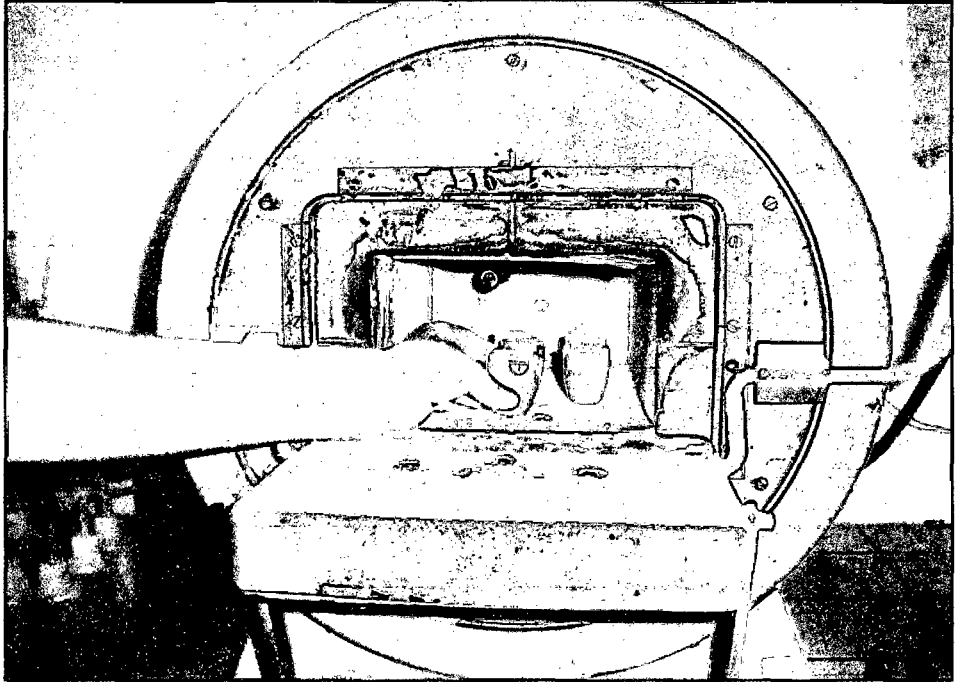


Figura 20. Proceso de determinación de cenizas en mufla.



Figura 21. Equipo técnico para medición de carbono aéreo.